

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**EFFECTO DEL TIPO DE CORTE Y LA TEMPERATURA DE
CONSERVACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA Y LA
CALIDAD DE PERAS VARIEDAD PACKHAM'S TRIUMPH**

MARÍA ALEJANDRA OYARZÚN ZEPEDA

SANTIAGO - CHILE
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**EFECTO DEL TIPO DE CORTE Y LA TEMPERATURA DE
CONSERVACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA Y LA
CALIDAD DE PERAS VARIEDAD PACKHAM'S TRIUMPH**

**EFFECT OF THE TYPE OF CUT AND STORAGE TEMPERATURE
ON RESPIRATION RATE AND QUALITY OF PACKHAM'S
TRIUMPH PEARS**

MARÍA ALEJANDRA OYARZÚN ZEPEDA

SANTIAGO - CHILE
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EFFECTO DEL TIPO DE CORTE Y LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA Y LA CALIDAD DE PERAS VARIEDAD PACKHAM'S TRIUMPH

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniera Agrónoma.

MARÍA ALEJANDRA OYARZÚN ZEPEDA

PROFESORES GUÍA

CALIFICACIÓN

Sr. Víctor Escalona C.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,3

Sr. Álvaro Peña N.
Ingeniero Agrónomo, Enólogo, Dr.

7,0

PROFESORES EVALUADORES

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

7,0

Sra. Susana Muñoz M.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.

5,2

COLABORADORES

Sr. Javier Obando U.
Ingeniero Agroindustrial, Dr.

Sra. Alejandra Machuca V.
Ingeniero Agrónomo

**SANTIAGO - CHILE
2014**

*A Teresa y Alejandro, mis amados padres.
A Irma y Rosa, mis abuelas.
A Fernando, mí adorado hermano.
Y a José, mi amor y compañero.*

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor guía Víctor Escalona C., por su tiempo, paciencia, cariño y excelentes consejos, indispensables en el desarrollo de mi memoria. Sin ellos esto habría sido muy difícil.

A Javier Obando U. por todo el tiempo, paciencia, experiencia y cariño. Cada una de tus palabras estará presente en mí. Muchísimas gracias por todo. Me ayudaste demasiado. Este trabajo es en gran parte tuyo.

A mi profesor guía, Álvaro Peña N. y a mis profesores evaluadores Luis Luchsinger L. y Susana Muñoz M. por sus consejos al momento de la evaluación, muy importantes en la finalización de mi memoria.

A los proyectos FONDEF "Desarrollo de productos frutícolas mínimamente procesados en fresco como estrategia para aumentar el consumo. Bases tecnológicas" y FONDECYT Postdoctoral "Efecto del procesamiento mínimo sobre la manifestación de aromas y calidad funcional - nutricional en frutas" por proporcionar el financiamiento para la realización de este estudio.

Dar las gracias al CEPOC y al Departamento de Agroindustria y Enología de la Universidad de Chile, por facilitarme las instalaciones e instrumentos para la realización de la parte práctica de mi memoria, especialmente a Alejandra Machuca, Daniela Cárdenas y Héctor Morales por todo su tiempo y buena disposición siempre.

A Alessandra Fuentealba, secretaria de pregrado, muchas gracias por toda tu ayuda y consejos. Me entregaste esperanza en momentos de desesperación. Tu ayuda fue demasiado importante.

A Teresa y Alejandro, mis amados padres, por estar presentes en cada una de las etapas de mi vida, por enseñarme todo lo que hoy soy y por aconsejarme de la mejor manera siempre. Por darme las armas para ser una buena persona y por quererme tanto. Por levantarme cuando estoy cayendo. Esto es principalmente por ustedes. Los Adoro.

A Irma y Rosa, mis abuelas. Grandes y ejemplares mujeres. Modelos importantes a seguir en mi vida, mujeres de sacrificio. Espero en algún grado ser reflejo de ustedes.

A Fernando, mi adorado hermano, colega en este hermoso mundo de la agronomía. Sé que algún día lograremos grandes cosas.

Y a José, mi amor, mi compañero y mi futuro. Muchas gracias por todos tus consejos, palabras, aliento y empuje en los momentos en que he flaqueado. Gracias por quererme y estar ahí siempre. Te amo mucho.

Muchas gracias a mi familia y a todos.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
Palabras clave	1
ABSTRACT	2
Key words	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	6
Objetivo general	6
MATERIALES Y MÉTODO	7
Lugar de estudio	7
Material vegetal	7
Metodología	7
Tratamiento y diseño de experimento	7
Selección de la fruta	8
Caracterización de la fruta	8
Procesamiento	8
Análisis de la calidad de fruto entero	9
Determinaciones físicas	9
Peso de los frutos	9
Tamaño	9
Color de la piel y pulpa	9
Firmeza de la pulpa	9
Determinaciones químicas	10
Porcentaje de sólidos solubles totales (%SST)	10
Acidez titulable (AT)	10
Análisis de frutos MPF	10
Tasa respiratoria	10
Producción de etileno	11
Determinaciones físicas	11
Color de la pulpa de los trozos	11
Firmeza de los trozos	12
Determinaciones químicas	12
Preparación de las muestras para el análisis del contenido de ácidos orgánicos y azúcares por cromatografía líquida de alto rendimiento (CLAR)	12
Preparación de las muestras	12
Análisis del contenido de ácidos orgánicos	12
Análisis del contenido de azúcares	12
Preparación de las muestras para análisis, cuantificación e identificación de compuestos aromáticos volátiles	13
Preparación de las muestras para el análisis de compuestos aromáticos volátiles	13
Análisis de muestras para identificación de	13

Compuestos aromáticos volátiles	
Evaluación sensorial	13
Análisis estadístico	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
Caracterización de la materia prima	14
Análisis de frutos MPF	15
Tasa respiratoria	15
Producción de etileno	16
Luminosidad	17
Croma	18
Tono	19
Firmeza de los trozos	20
Determinaciones químicas	21
Porcentaje de sólidos solubles totales	21
Acidez titulable	22
Ácidos orgánicos	23
Concentración de ácido málico	23
Concentración de ácido cítrico	24
Azúcares	26
Concentración de fructosa	26
Concentración de glucosa	27
Concentración de sacarosa	28
Compuestos aromáticos volátiles	30
Análisis sensorial	32
Acidez	32
Dulzor	32
Sabor	33
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	43
APÉNDICES	44

RESUMEN

En los frutos mínimamente procesados en fresco (MPF) el tipo de corte y la temperatura son factores a considerar para mantener una calidad y apariencia adecuada. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del corte y la temperatura de conservación sobre la actividad metabólica, color, firmeza, perfil aromático y concentración de ácidos orgánicos y azúcares de peras (*Pyrus communis* L.) var. Packham's Triumph MPF. Los frutos enteros fueron lavados, pelados, trozados según el tipo de corte, envasado en tarrinas y posteriormente almacenado a 5 u 8° C durante 8 días. El tipo de corte y la temperatura tuvieron un efecto significativo sobre la concentración de compuestos aromáticos volátiles, ácidos orgánicos y azúcares. Además mostró diferencias significativas en la tasa respiratoria y de producción de etileno, siendo menor en cortes en cascos y a temperaturas de 5° C de almacenamiento. El tipo de corte presentó diferencias significativas en el color, presentando menor pardeamiento en cascos y en la firmeza, siendo mayor en cascos.

Palabras claves:

Pera Packham's Triumph

Firmeza

Perfil aromático

Ácidos orgánicos

Azúcares

ABSTRACT

For the minimally processed fresh fruit (MPF), the type of cut and temperature are main factors in order to maintain their good quality and appearance. The objective of this research was to evaluate the effects of cut type and to storage on the metabolic activity, colour, firmness, aromatic profile and organic acid and sugar contents on Packham's Triumph pears MPF (*Pyrus communis* L.). Whole fruits were washed, peeled and sliced according to the type of cut. The pieces were packaged plastic container and stored during 8 days in 5 or 8° C. The type of cut and storage temperature had an important effect on the aromatic volatile compounds, organic acid and sugar contents. Also showed significant effects on respiratory rate and ethylene emission, being less in wedges and 5° C of storage. The type of cut showed significant effects in the colour being lower in wedges and firmness, being higher in wedges. The storage temperature being lower at 5 than 8° C.

Keywords:

Packham's Triumph Pear

Firmness

Aromatic profile

Organic acids

Sugars

INTRODUCCIÓN

Los productos mínimamente procesados en fresco (MPF) sufren modificaciones importantes en su calidad, debido a la presencia de superficies cortadas y tejidos vegetales dañados, ya que su metabolismo sigue estando activo y es mayor que el de los productos intactos. Además, este procesamiento no puede asegurar la esterilización o estabilidad microbiológica de los productos (Orsat *et al.*, 2001). De esta forma, las reacciones de degradación afectan las cualidades organolépticas tales como color, firmeza, aroma, sabor y valor nutricional, siendo más susceptibles a la pérdida de calidad (Lobo y González, 2006).

Durante el procesamiento, las heridas que sufren estos productos disminuyen su vida útil drásticamente. La pérdida de integridad celular tras el corte provoca ruptura de compartimientos poniendo en contacto enzimas y sustratos, generando pardeamientos y desarrollo de metabolitos secundarios no deseados (Escalona y Luchsinger, 2008).

De igual forma, las frutas MPF experimentan deterioro posterior al procesamiento, tales como las reacciones químicas asociadas al cambio de color, sabor (pérdida de ácidos orgánicos, azúcares), olor, textura y calidad funcional, muchas de ellas promovidas por el aumento de la tasa respiratoria y la producción de etileno (Kader, 2002; Escalona y Luchsinger, 2008), por lo que para mantener la calidad de las frutas MPF se deben controlar varios factores. Uno de ellos es la tasa respiratoria, pues cuanto mayor sea, más perecedero es el producto (Lamikanra, 2002; Kader, 2002; Escalona y Luchsinger, 2008). En el caso de los frutos MPF, la respiración se eleva como resultado de los daños causados en el procesamiento en comparación con un producto intacto el cual presenta una menor tasa respiratoria (Lamikanra, 2002; Kader, 2002; Cantwell y Suslow, 2007) y por ende indican un metabolismo más activo que desencadena una tasa de deterioro más acelerada (Escalona y Luchsinger, 2008).

Otro factor es la tasa de producción de etileno, compuesto de origen orgánico que afecta los procesos fisiológicos de la planta. Como fitohormona regula varios aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia. También es importante en el proceso de abscisión de órganos y sistemas vegetales (Kader, 2002).

Se ha descrito que algunos de los deterioros producidos en las frutas MPF son causados por la síntesis de etileno, pues el daño mecánico que sufren los tejidos durante el procesamiento se manifiesta en una producción de etileno tras pocos minutos del corte, alcanzando el máximo después de 1 hora. Este gas tiene directa implicancia en la síntesis de enzimas que producen la maduración y la degradación de los tejidos (Soliva-Fortuny *et al.*, 2004; Escalona y Luchsinger, 2008).

Por lo general la tasa de producción de etileno aumenta a medida que se avanza hacia la madurez, por daños físicos, aumento de la temperatura hasta los 30°C, incidencia de

enfermedades y estrés de agua. La tasa de producción de etileno de los productos frescos se reduce al almacenar a baja temperatura, reducir la concentración de O₂ (menor al 8%) y aumentar las concentraciones de CO₂ (menor al 2%) (Kader, 2002), por lo que el éxito del almacenaje radica en una fecha de cosecha oportuna y el retraso de la producción de etileno en la fruta (Moggia *et al.*, 2005).

Las peras son frutos climatéricos que presentan una tasa de respiración moderada de 10 a 20 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹ y una alta tasa de producción de etileno que fluctúa entre los 10 y 100 μL·kg⁻¹·h⁻¹ a 5°C (Kader, 2002). Sin embargo, según Cantwell (1998), las peras cortadas en trozos de 2 cm y conservadas a 2° C presentan una tasa de respiración y producción de etileno igual a la de fruto entero, aunque la capacidad de maduración de las peras parece estar estrechamente relacionada con el aumento de etileno interno durante la conservación. Mientras los frutos están creciendo en el árbol la producción de etileno es muy baja. Al alcanzar los frutos la maduración, el etileno endógeno aumenta 10 a 1000 veces, por un mecanismo de auto catálisis (Mandl, 1985).

Además, se ha visto que un estado avanzado de madurez en peras favorece la pérdida de textura y el pardeamiento enzimático en fruta cortada (Soliva-Fortuny *et al.*, 2004). Se ha visto que en melón Cantaloupe las tasas de respiración son similares en productos cortados aunque se encuentren en diferentes estados de madurez, pero la producción de etileno es mayor en productos más maduros. En el caso de trozos de plátanos, kiwis, duraznos y tomates, expuestos a temperaturas entre 0 y 10°C, la tasa de producción de etileno es en promedio 65% mayor que en frutos enteros (Cantwell y Suslow, 2007; Escalona y Luchsinger, 2008).

En el proceso de frutas MPF el control de la temperatura del producto y la reducción en el tiempo en que el producto permanece a temperaturas lo más cercanas a las óptimas son los métodos más importantes para reducir las pérdidas de la calidad (Thomson *et al.*, 2007). Estudios en pera (Senesi *et al.*, 1999) y manzanas MPF, demuestran que el almacenamiento refrigerado del producto no afecta el sabor en cuanto a la concentración de azúcares (Rocha *et al.*, 1998 y Bett *et al.*, 2001), aunque durante el almacenamiento postcosecha se producen cambios en la composición química debido a la pérdida de sólidos totales, carbohidratos, aminoácidos, proteínas y vitaminas lo cual se debe en algunos casos a la pérdida de turgencia de los tejidos y posterior deshidratación, llegando finalmente a la muerte celular (Gómez *et al.*, 2007; Escalona y Luchsinger, 2008).

Las bajas temperaturas de almacenamiento disminuyen las diferencias de tasa respiratoria y de producción de etileno entre el frutos intactos y productos cortados, además retardan el crecimiento microbiano, disminuir las reacciones de deterioro como ablandamiento, oscurecimiento y pudrición de la superficie de corte (Escalona y Luchsinger, 2008).

Las frutas MPF pueden ser conservados a temperaturas cercanas a 0° C (Kader, 2002). En la manipulación de productos MPF es imprescindible que el procesamiento se realice bajo los 10°C, preferentemente a 4°C y deben ser conservados a bajas temperaturas que fluctúen entre 0 y 5°C para evitar el desarrollo de microorganismos y mantener la inocuidad. Con ello se

podría frenar el pardeamiento enzimático (Kader, 2002; Escalona y Luchsinger, 2008). Según Adaro (2010), las temperaturas recomendadas para la pulpa en el caso de peras enteras son entre -1 y -0,5°C. Se deben evitar temperaturas en el rango de -2,2 y -1,7°C pues causan daños por congelamiento.

En pera, tanto entera como MPF, su aceptabilidad disminuye debido a cambios en su textura (característica sensorial de mayor importancia para la calidad), ya que se vuelve más blanda, menos crujiente y jugosa (Guerra y Casquero, 2005). La textura está asociada a la estructura y composición de los tejidos. La pared celular es la responsable de la condición textural del producto, compuesta por fibrillas de celulosa embebidas en sustancias pépticas, hemicelulosa, lignina, solutos de bajo peso molecular y agua (Smith y Stanley, 2006). Estos compuestos son los responsables de los cambios de la textura de frutas y hortalizas procesadas en fresco. Éstas son características de cada especie y tejido en particular, y están determinados en gran medida por factores genéticos (Toivonen y Brummell, 2007). El ablandamiento se limita principalmente a las partes de la fruta en contacto con la superficie de corte (Artés *et al.*, 2007). En peras y manzanas MPF se produce un rápido pardeamiento de la superficie de corte afectando su calidad visual (Rocha *et al.*, 1998; Gorny *et al.*, 2000).

Otro de los factores que afecta la aceptabilidad de los productos MPF es la disminución en la relación acidez/ azúcares durante su almacenamiento. En el caso de los ácidos orgánicos, azúcares y lípidos estos son utilizados como fuente primaria de energía química. Al producirse la síntesis de enzimas de la degradación, se ha visto que el nivel de azúcares a través del tiempo disminuye (fructosa y glucosa) seguramente debido a que la fructosa es consumida o transformada en glucosa para luego ser consumida (Gómez *et al.*, 2007). Para evitar esta situación deben mantenerse ciertas condiciones, pues a menor temperatura y bajo atmósfera modificada, menor es la variación en la concentración de azúcares. En el caso de los ácidos orgánicos las variaciones en su concentración generalmente son mínimas. Se ha determinado que con altas concentraciones de CO₂ y baja de O₂ se retardaría su descomposición (Gómez *et al.*, 2007).

La aceptabilidad de las frutas también está relacionada con el sabor y el aroma, los cuales son los parámetros más importantes determinantes en la calidad y las preferencias de los consumidores de frutas. Con respecto al sabor, los sólidos solubles aumentan durante los primeros días posteriores al procesamiento y en los días siguientes se mantienen más o menos constantes (Guerra y Casquero, 2005). Por otro lado el aroma de las frutas, está compuesto generalmente por una mezcla compleja de compuestos volátiles presentes en el espacio de cabeza (Shalit *et al.*, 2001). Éste está dado principalmente por la composición aromática de las frutas. En el caso del melón, los compuestos aromáticos son los principales responsables de la calidad percibida por los consumidores, cuya aceptación va ligada principalmente a la dulzura, acidez y también por la presencia de un conjunto variable de aromas o compuestos aromáticos (Beaulieu y Lea, 2006), de entre los cuales la mayoría son ésteres y aldehídos, pero además se han identificado alcoholes y compuestos derivados del azufre como componentes del aroma de las frutas (Obando-Ulloa *et al.*, 2008a). Estos compuestos aromáticos volátiles presentan cambios durante la maduración, especialmente en frutos climatéricos, pues muchos de ellos son dependientes de la producción de etileno (Beaulieu,

2006; Obando-Ulloa *et al.*, 2008a). Sin embargo, Moya (2004) establece que el aroma en peras no es considerado un factor de calidad, ya que su producción puede ser afectada por manejos postcosecha como el almacenamiento en frío. Los compuestos aromáticos volátiles suelen ser de diversa naturaleza química y en peras se han identificado sobre 40 compuestos (ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas), aunque existen varios compuestos como ácidos grasos, aminoácidos, fenoles y terpenos que son metabolizados en aromas (Baldwin, 2002) por diversas vías bioquímicas que involucra la participación de enzimas y sustratos (Sanz *et al.*, 1997) como la peroxidación lipídica, conversión de aldehídos a alcoholes, fermentación, etc. (Baldwin, 2002; Beaulieu y Baldwin, 2002). En las manzanas, los compuestos aromáticos volátiles son sintetizados principalmente a partir de lípidos, de los cuales se obtienen ésteres de cadena lineal. En el caso de los ésteres de cadena ramificada, éstos son sintetizados a partir de aminoácidos (Pérez y Sanz, 2008). No obstante, el aroma de las pomáceas depende de la combinación de compuestos aromáticos volátiles, así como de su concentración y umbral de olor (Sanz *et al.*, 1997). Según De Pooter *et al.* (1987), los aldehídos son los compuestos aromáticos volátiles predominantes en el caso de manzanas inmaduras, mientras que en manzanas maduras, se presenta mayor concentración de alcoholes y ésteres (Dixon y Hewett, 2000), pero en el caso de las manzanas sólo entre 20 a 40 compuestos juegan un rol importante en la aceptabilidad y calidad sensorial (Cunningham *et al.*, 1986).

HIPÓTESIS

En pera, a menor temperatura de almacenamiento los tipos de corte en cascos mantienen mejores condiciones de calidad que los cubos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos de 2 tipos de corte y a 2 temperatura de conservación sobre la actividad metabólica, el color, la firmeza, el contenido de ácidos orgánicos, azúcares y perfil aromático en peras Packham's Triumph MPF.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

Este estudio se realizó en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) y en los laboratorios de Cromatografía y Evaluación Sensorial del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, con el financiamiento de los proyectos FONDEF "Desarrollo de productos frutícolas mínimamente procesados en fresco como estrategia para aumentar el consumo. Bases tecnológicas" código D07I1026 y FONDECYT Postdoctoral No. 3100074 "Efecto del procesamiento mínimo sobre la manifestación de aromas y calidad funcional - nutricional en frutas".

Material vegetal

Se utilizaron peras europeas var. Packham's Triumph provenientes de un huerto comercial de la empresa Kiwi del Sur, ubicado en la zona de Curicó (VII Región). Las peras fueron trasladadas en camión refrigerado, a temperatura ambiente, al laboratorio del CEPOC, donde se almacenaron en cámara a $0\pm 1^{\circ}$ C durante 2 meses hasta su procesamiento.

Metodología

Tratamiento y diseño de experimento

En este estudio se usaron dos temperaturas de almacenamiento (5 y 8° C) y dos formatos de corte (cascos y cubos) En el Cuadro 1 se detallan las diferentes combinaciones que se usaron en los tratamientos. Los trozos de pera se conservaron 8 días y su calidad fue evaluada durante los días 1, 3, 6 y 8 de almacenamiento para analizar la evolución de la calidad del producto.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados sobre peras Packham's Triumph MPF

Tratamiento	Temperatura ($^{\circ}$ C)	Tipo de corte
T1	5	Cascos
T2	5	Cubos
T3	8	Cascos
T4	8	Cubos

La unidad experimental fue un recipiente plástico con 8 cascos o 12 cubos según el tratamiento.

En este trabajo se utilizaron 3 recipientes plásticos por tratamiento y salida para los análisis físicos y químicos, 3 para los análisis de ácidos orgánicos, azúcares y concentración de aromas y 2 para la evaluación sensorial.

Selección de la fruta

La fruta utilizada no presentó daños físicos, mecánicos ni sanitarios. Se utilizaron aproximadamente 13 kg de fruta para el procesamiento. Los frutos seleccionados tuvieron aproximadamente 150 g de peso, 5 kg-f de firmeza y 13,0% de sólidos solubles totales (%SST).

Caracterización de la fruta

Previo al procesamiento, se caracterizó una muestra de 10 frutos enteros representativos en los que se evaluó su peso, tamaño, color, firmeza de la pulpa, sólidos solubles totales y acidez titulable. Estos frutos estuvieron almacenados en una cámara refrigerada a 0° C, durante 2 meses.

Procesamiento

Las peras “Packham’s Triumph” fueron acondicionadas a 20° C durante al menos 24 horas antes del procesamiento para contar con fruta de madurez homogénea y con una firmeza cercana a los 5 kg-f. Posteriormente, se conservaron a 5 y 8° C según el tratamiento.

Para el procesamiento se tomaron 4 a 5 kg de fruta por tratamiento y se procesaron a $5\pm 0,5^{\circ}$ C con el fin de retrasar los procesos de deterioro como pardeamiento y ablandamiento.

Las peras fueron lavadas durante 3 min con agua a 5° C para eliminar cualquier material extraño. Seguidamente, las peras se pelaron manualmente con cuchillos bien afilados para causar el menor daño posible y para disminuir los desechos y, se trocearon en cascotes o cubos según el tratamiento. De cada fruto se obtuvieron 8 cascotes o 12 cubos de 2 cm³, aproximadamente. Posteriormente, los trozos se lavaron por 3 min con agua a 5°C y se dejaron escurrir por 3 min sobre una rejilla de acero inoxidable. Finalmente, se envasaron 8 cascotes (90 a 110 g) o 12 cubos (60 a 80 g) en recipientes plásticos con tapa y se almacenaron a 5 u 8° C durante 8 días (Figura 1).

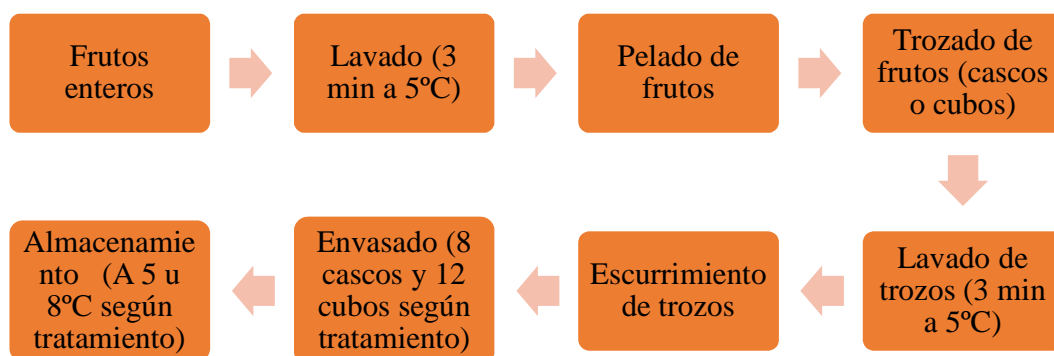


Figura 1. Diagrama de flujo para el procesamiento cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Análisis de la calidad del fruto entero

Se caracterizó la calidad de 10 frutos enteros, previo al procesamiento.

Determinaciones físicas

Peso de los frutos: se determinó mediante una balanza electrónica con dos decimales de precisión (Precisa, Dietikon, Suiza), cuyos resultados fueron expresados en gramos.

Tamaño: se determinó mediante la longitud de la zona ecuatorial y polar del fruto entero con un pie de metro digital (Digital Caliper, Oklahoma, EE.UU.). Los valores fueron expresados en mm.

Color de piel y de pulpa: en el fruto entero se midió en las caras opuestas del fruto (zona ecuatorial) con un colorímetro portátil tri-estímulo CR-300 (Minolta, New Jersey, EE.UU.), con una fuente iluminante D₆₅, un ángulo observador de 0°, utilizando el sistema CIELab. El color se expresó en L (luminosidad), C (croma) y Tono (Hab). Para medir el color de la pulpa, se removió la piel del fruto en el mismo lugar donde se hizo la medición del color de la piel.

Firmeza de la pulpa: se midió con un penetrómetro motorizado Fruit Texture Analyzer (FTA, Güss, Forli, Italia), con una carga máxima de 10 N, a 30 mm·s⁻¹ y 10 mm de profundidad en ambas caras de la zona ecuatorial del fruto tras la remoción de la piel, con un vástago de 7,9 mm. Los resultados se expresaron en kg-f (Figura 2).



Figura 2. Medición de la textura en peras var. Packham's Triumph con penetrómetro motorizado FTA.

Determinaciones químicas

Sólidos solubles totales (SST): la concentración de sólidos solubles se midió en una muestra de jugo representativa de 2 a 3 frutos con un refractómetro termo-compensado (Atago, Japón) a 20° C. Los resultados se expresaron en % SST.

Acidez titulable (AT): para la medición de AT se utilizó el mismo jugo preparado para la medición de sólidos solubles. Se midió por 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 fueron expresados como porcentaje de ácido málico.

Análisis de los frutos MPF

Tasa respiratoria: se analizó en un sistema estático a 5 y 8° C, en aire, en recipientes herméticos de vidrio de 500 mL de capacidad con 8 cascos (90 a 110 g) y 12 cubos (60 a 80 g) de pera. Cada recipiente estuvo provisto de un séptum de silicona en su tapa, a través del cual se tomaron las muestras gaseosas del espacio de cabeza transcurrida de 1 h después del cierre, con una jeringa de plástico de 10 mL (Nitro, Argentina). Las muestras se inyectaron en un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard 5890 Series II, Rockville, Maryland, EE.UU., Figura 3), equipado con un detector de conductividad térmica (TCD) y una columna Porapak Q 80/100. La temperatura del inyector y del horno fue de 50° C mientras que la del detector fue 200° C. Se utilizó helio como gas transportador a 50 psi (Fernández-Trujillo y Artés, 1997). Este equipo se calibró diariamente con un estándar gaseoso compuesto por 10 % CO₂, 5% O₂ y 85% N₂ (Indura, Santiago, Chile). Este análisis se realizó en tres repeticiones por cada tratamiento en los días 0, 1, 3, 6 y 8 de almacenamiento.



Figura 3. Cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 utilizado para el análisis de la tasa respiratoria de cascós y cubos de pera var. Packham's Triumph.

Los análisis de tasa respiratoria se expresaron en $\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ y posteriormente se transformaron a mg de CO_2 , por medio del factor de conversión (Kader, 2002).

Producción de etileno: las muestras se tomaron siguiendo la metodología de tasa respiratoria con una jeringa de plástico de 1 mL (BD Plastic, Santa Catarina, Brasil), luego de 0,5 h del cierre de los recipientes (Fernández-Trujillo *et al.*, 2005). Estas muestras se inyectaron en un cromatógrafo de gases (Agilent technologies 7820A, CG System, EE.UU.) equipado con un detector de ionización de llama (FID) y una columna Porapak QN 80/100 (1,2 m de largo y 3,18 mm de diámetro) (Norwalk, Connecticut, EE.UU.). La temperatura del horno, detector y del FID fue de 50, 200 y 200° C, respectivamente. Se utilizó gas helio como gas transportador con un flujo de 60 mL min^{-1} . Diariamente el equipo fue calibrado con un gas patrón con una concentración de 1,26 ppm C_2H_4 . Los resultados fueron expresados en $\mu\text{L C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.

Color de pulpa de los trozos: se midió siguiendo la metodología descrita anteriormente para fruto entero, pero en el caso de los cascós y cubos, éste parámetro se midió en las caras opuestas empleándose todos los trozos de cada tarrina. Cada día de evaluación se utilizaron los trozos de 3 tarrinas (Figura 4).



Figura 4. Medición del color en peras var. Packham's Triumph con colorímetro portátil.

Firmeza de los trozos: se midió siguiendo la metodología descrita para firmeza de fruto entero (carga máxima de 10 N, a 30 mm·s⁻¹ y 10 mm de profundidad). Sin embargo, para la firmeza de los trozos se midió en el punto lateral central utilizándose todos los trozos de cada tarrina. Cada día de evaluación se utilizaron los trozos de 3 tarrinas.

Determinaciones químicas

Las determinaciones químicas de calidad se hicieron sobre el jugo preparado con los trozos de cada tarrina. Cada día de evaluación se utilizaron los trozos de 3 tarrinas. A este jugo se le midió el porcentaje de sólidos solubles totales (%SST) y acidez titulable (AT), siguiendo la metodología descrita anteriormente para fruto entero.

Preparación de las muestras para el análisis de la concentración de ácidos orgánicos y azúcares por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR)

Preparación de las muestras: Las muestras se obtuvieron luego de homogeneizar 100 g de fruta, pesados con una balanza granataria (Radwag, Hilden, Alemania) con una precisión de 0,01 g, con un minipimer (MR 400 HC Plus, Braun, España) y se filtraron a través de 4 capas de gasa de 75×75 mm con el apoyo de un embudo plástico (Obando-Ulloa *et al.*, 2009). Las muestras filtradas se almacenaron en tubos eppendorf por triplicado en un congelador (FE26, Electrolux, Chile) a -20° C hasta su análisis. Además, se determinó la jugosidad y densidad del jugo que sirvieron para expresar los datos en mg de ácido orgánico o azúcar por g de peso fresco de fruta.

Previo a los análisis por CLAR, el jugo se centrifugó a 18620 g_N, durante 15 minutos, a 4° C, en una centrífuga Eppendorf (Z326K, HermleLabortechnik GMBH, Wehingen, Alemania). Luego, las muestras se pasaron a través de filtros Millex con membrana PVDF de 13 mm de diámetro y 0,22 micras (Barueri, Sao Paulo, Brasil) y cartuchos SepPack (Waters, Milford, Massachusetts, EE.UU.), previamente activados con 1 mL de metanol y 1 mL de agua deionizada (resistencia de 18Ω·cm; sistema MiliQ, Millipore, Milford, NA, EE.UU.). El filtrado se almacenó nuevamente en tubos Eppendorf, debidamente rotulados en un congelador (FE26, Electrolux, Chile) a -20° C hasta su análisis.

Análisis de la concentración de ácidos orgánicos: La concentración de ácidos orgánicos se determinó en alícuotas de 20 µL de jugo puro. Este análisis se realizó en un cromatógrafo (Agilent Technologies 6890N, Waldbronn, Alemania), equipado con una columna Discovery RP Amide C16 (25×4,6, 5 µm, Supelco, Bellefonte, PA, EE.UU.), a 30° C, durante 30 min, usando una solución buffer KH₂PO₄ 0,1 M, pH 3,0 como fase móvil con un flujo de 0,3 mL min⁻¹.

Análisis de la concentración de azúcares: Se determinó en alícuotas de 20 µL de jugo puro. Las muestras fueron analizadas en un cromatógrafo de líquidos Hitachi (Lachrom, L-7200, Tokio, Japón) equipado con detector de índice de refracción (Knauer, Berlín, Alemania) y con una columna Zorbax (Agilent technologies, 4,6×150mm, 5 µm, Alemania) a 30° C, durante 15 min, usando como fase móvil una solución de acetonitrilo: agua deionizada (80:20 v/v), con un flujo de 1,5 mL·min⁻¹.

Preparación de las muestras para el análisis de compuestos aromáticos volátiles: se tomaron 10 g de pulpa y se homogenizaron con 15 mL de una solución de NaCl (Schulz, 2003). Seguidamente, se filtraron a través de 4 capas de gasa para eliminar la mayor cantidad de fibra presente en el jugo y se almacenaron en recipientes plásticos a -20°C hasta su análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS) (Obando *et al.*, 2008b). Previo al análisis por GC-MS, las muestras se descongelaron en baño María (Heating Bath B-491, Buchi, Suiza) a 35°C durante 15 min. Luego, se tomaron 5 mL de la muestra y se mezclaron con 3 g de NaCl en un vial de 20 mL. La mezcla resultante se incubó a 35°C durante 2 h bajo agitación constante (Themolyne, NuovaII Stir Plate, Maryland, EE.UU.) para la formación del espacio de cabeza. Trascurrido este tiempo, los compuestos aromáticos volátiles se extrajeron con una fibra de fase sólida (SPME, 50/30 μm DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM for manual holder, Supelco Ref. 57328-U, Bellefonte, PA, EE.UU.), introducida a una profundidad de 3 cm en el vial durante 30 min.

Identificación de compuestos aromáticos volátiles: estas muestras se analizaron en un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies, 6890N, EE.UU.) y en un espectrofotómetro de masas (Agilent Technologies, 5975B, China) (GC-MS).

Los compuestos aromáticos volátiles se desorbieron en el inyector del GC-MS durante 3 min a 280°C en modo splitless con una presión de 11,6 a 11,7 psi. Se utilizó una columna capilar HP-5MS de 30m x 0,25mm x 0,25 μm de espesor. Se utilizó gas helio ultra puro como transportador, con un flujo de 1,5 mL min⁻¹. La temperatura inicial del horno fue de 40°C , y se incrementó $5^{\circ}\text{C min}^{-1}$ hasta los 200°C hasta una temperatura final de 250°C . El tiempo total del análisis fue de 43 min. El espectrofotómetro de masas se obtuvo a 70 eV. La temperatura del detector fue 280°C en modo completo (full scan) con una adquisición y captura entre 40 y 450 amu.

Evaluación sensorial

Para este análisis se seleccionaron aleatoriamente 2 tarrinas por tratamiento y día de análisis. La evaluación sensorial se realizó por medio del método de análisis aplicado a un panel de 12 jueces, usando una pauta de 0 a 15 cm (Anexo 1), para evaluar la acidez, el dulzor y el sabor. Las muestras fueron presentadas de manera aleatoria al panel de jueces, para no influir en su evaluación.

Análisis estadístico

Se trabajó con un modelo factorial 2x2 donde el primer factor correspondió a los tipos de corte y el segundo a las temperaturas de almacenamiento. La unidad experimental fue una tarrina de 8 cascos o 12 cubos según tratamiento. Para el caso del análisis sensorial, se utilizó la evaluación de un panel de 12 jueces, los cuales utilizando una escala no estructurada de 0 a 15 cm calificaron acidez, dulzor y sabor. Estos aspectos se evaluaron en 1 casco o 1 cubo de 2 cm², presentados en potes de cerámica blancos.

De no existir interacción se analizaron los factores de tipo de corte y temperatura en forma independiente ($\alpha < 0,05$). De existir interacción se realizaron pruebas de T (T-student) para

comparar el tipo de corte dentro de cada temperatura ($\alpha < 0,05$), utilizando el programa JMP (SAS Institute Inc., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la materia prima

Los frutos enteros, antes del procesamiento, presentaron una masa promedio de 153,2 g, un diámetro ecuatorial y longitudinal de 64,3 y 77,9 mm, respectivamente. Su color tuvo una luminosidad de 64,5, un tono de 107,5 y croma de 44,2, lo que indica coloraciones verdosas, mientras que su pulpa tuvo un valor L de 77,0, un tono de 106,6 y un croma de 32,8, lo que indica coloración amarillo-verdosa.

Además la fruta entera presentó sólidos solubles de 14,6% y AT de 2,1% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros físicos y químicos de los frutos enteros de peras var. Packham's Triumph.

Parámetro	Promedio	Error Est.
Masa de los frutos (g)	153,2	± 43,4
Diámetro ecuatorial (mm)	64,3	± 6,4
Diámetro polar (mm)	77,9	± 5,9
Color piel	L	± 3,5
	C	± 1,4
	Hab	± 2,4
Color pulpa	L	± 1,5
	C	± 5,0
	Hab	± 1,8
Firmeza (kg-f)	5,4	± 1,5
Sólidos solubles totales (% SST)	14,6	± 1,3
Acidez titulable (% Ác. málico)	2,1	± 0,2

Los valores representan el promedio ($n = x$) ± Desviación estándar.

Los valores obtenidos para % SST y AT en frutos enteros son similares a los obtenidos en diversos análisis para peras MPF (Soliva-Fortuny *et al.*, 2004; Oms-Oliu *et al.*, 2006; Arias *et al.*, 2007; Sepúlveda, 2010).

Análisis de frutos MPF

Tasa respiratoria

Tras el procesamiento, los 2 tipos de corte presentaron una tasa respiratoria que disminuyó luego del primer día de almacenamiento, sin presentar diferencias significativas entre tipo de corte y temperatura.

El día 1, para 8° C, presentó la tasa respiratoria más alta, 23,9% mayor que el almacenamiento a 5° C, con valores de 8,6 mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹.

Tras 3 días de almacenamiento, los cubos presentaron tasas respiratorias 20,9% mayores con respecto a cascos con valores de 10,1mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹. Las tasas de respiración a 8° C, alcanzaron valores 41,1% mayores que a 5° C, con valores de 14,5 mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹.

El día 6 del almacenamiento a 8° C se obtuvo tasas respiratorias más altas, 30,1% mayor que el almacenamiento a 5° C con valores de 19,2 CO₂ kg⁻¹·h⁻¹.

Al finalizar el almacenamiento los cubos presentaron tasas respiratorias más altas, 16,9% mayor que los cascos con 14,8 mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹. Para el factor temperatura de almacenamiento a 8° C, fue quién obtuvo una tasa respiratoria 40,5% mayor que el almacenamiento a 5° C con valores de 20,5 mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹. (Cuadro 3; Apéndice I).

Cuadro 3. Evolución de la Tasa respiratoria de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Tasa respiratoria (mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	17,1	7,2	10,1 b ^z	14,8	14,8 b
Cubos	-	8,0	12,8 a	16,6	17,8 a
Temperatura (Te)					
5°C	17,0	6,5 b	8,5 b	12,3 b	12,2 b
8°C	-	8,6 a	14,5 a	19,2 a	20,5 a
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	14,8	5,7	6,6	10,2	10,2
Cascos 8°C	19,3	8,7	13,5	19,4	19,4
Cubos 5°C	19,3	7,4	10,3	14,3	14,1
Cubos 8°C	-	8,5	15,2	19,0	21,5
Nivel de significancia					
TC	-	NS	**	NS	**
Te	-	**	****	***	****
TC*Te	-	NS	NS	NS	NS

^z: Las letras diferentes indican diferencias significativas p<0,05 para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para p<0,05, 0,01 o 0,001, respectivamente.

La tasa de respiración es una expresión del deterioro de los frutos, ya que a mayor tasa respiratoria más perecederos se vuelven los productos (Kader, 2002; Lamikanra, 2002; Escalona y Luchsinger, 2008). Sin embargo, las tasas respiratorias se incrementan en los productos MPF debido a los daños causados en el procesamiento en comparación con los productos intactos (Kader, 2002; Lamikanra, 2002; Cantwell y Suslow, 2007; Escalona y Luchsinger, 2008), por lo que el control de la temperatura es el método más importante para reducir las pérdidas postcosecha (Thomson *et al.*, 2007).

Esto se reflejó en los resultados obtenidos, en donde cubos con mayor grado de intervención debido al procesamiento en comparación con los cascotes y almacenados a más alta temperatura, presentaron las mayores tasas respiratorias.

En el caso de las peras, éstas son frutos climatéricos que presentan una tasa de respiración moderada de 10 a 20 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (Kader, 2002). Sin embargo, según Cantwell (1998), las peras cortadas en trozos de 2 cm y conservadas a 2° C tienen una tasa de respiración y producción de etileno igual a la de fruto entero.

Producción de etileno

Tras el procesamiento y en el día 1, los trozos de pera var. Packham's Triumph presentaron una alta producción de etileno, pero sin diferencias significativas entre tipos de corte y temperaturas de almacenamiento.

Para el día 3 a 8° C la producción de etileno fue más alta, 36,7% mayor que a 5° C, esta última con valores de 17,5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

Tras 6 días, a 8° C, se presentó una producción de etileno más alta, 51,7% mayor que a 5° C con valores de 24,7 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

Al finalizar el almacenamiento, cubos a 8° C, presentaron producciones de etileno más altas, 71,7% mayores que cascotes a 5° C (tratamiento de menor producción de etileno) con valores de 29,4 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (Cuadro 4; Apéndice II).

Cuadro 4. Evolución de la producción de etileno de cascos y cubos de pera var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Producción de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	35,9	19,4	14,0	17,5	12,1 b
Cubos	29,3	18,0	14,5	18,8	22,3 a
Temperatura (Te)					
5°C	33,3	17,2	11,1 b ^z	11,7 b	15,6
8°C	31,8	20,2	17,5 a	24,7 a	18,9
(Interacción (TC*Te))					
Cascos 5°C	40,5	19,3	11,1	11,1	15,9 b
Cascos 8°C	31,2	19,5	16,9	23,9	8,3 c
Cubos 5°C	26,1	15,0	11,1	12,3	15,2 b
Cubos 8°C	32,5	20,9	18,0	25,4	29,4 a
Nivel de significancia					
TC	NS	NS	NS	NS	****
Te	NS	NS	**	****	NS
TC*Te	NS	NS	NS	NS	****

^z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor. NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Los frutos enteros de peras presentan una alta tasa de producción de etileno que fluctúa entre los 10 y 100 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 5°C (Kader, 2002). Sin embargo, esta tasa de producción de etileno aumenta debido a los daños mecánicos que sufren los tejidos en el procesamiento incluso, pocos minutos tras el corte, alcanzando muchas veces el máximo incremento luego de 1 hora. El etileno tiene directa relación con la síntesis de enzimas involucradas en la maduración, fisiología y degradación de la calidad de las frutas (Soliva-Fortuny *et al.*, 2004; Escalona y Luchsinger, 2008).

Esto se evidencia en los resultados obtenidos, en donde al finalizar el almacenamiento, los cubos almacenados a 8° C, presentaron la mayor producción de etileno.

Luminosidad (L)

Tras 3 días de almacenamiento, todos los tratamientos, excepto cascos almacenados a 5° C presentaron una luminosidad de la pulpa más alta, con valores que van de 75,5 a 75,9. Sin embargo, después de 6 días de almacenamiento, el tipo de corte en cascos fue el que presentó una luminosidad más alta, con valores de 74,6. Lo mismo ocurrió con los cortes almacenados a 5° C, los cuales presentaron valores más altos de 73,9. Al final del almacenamiento (día 8), los cascos presentaron una luminosidad mayor, con valores de 73,9 (Cuadro 5; Apéndice III).

Cuadro 5. Evolución de la luminosidad (L) del color de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C durante 8 días.

Packham's Triumph				
Luminosidad (L)				
	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	75,2 a	74,8	74,6 a ^z	73,9 a
Cubos	73,6 b	75,7	71,8 b	71,1 b
Temperatura (Te)				
5°C	75,5	74,9	73,9 a	72,8
8°C	74,2	75,6	72,5 b	72,2
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	75,5	74,0 b	75,0	74,2
Cascos 8°C	74,9	75,6 a	74,2	73,6
Cubos 5°C	73,6	75,9 a	72,8	71,4
Cubos 8°C	73,5	75,5 a	70,8	70,8
Nivel de significancia				
TC	***	**	****	****
Te	NS	*	***	NS
TC*Te	NS	***	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Mayoritariamente el tipo de corte afectó significativamente el color, expresado en L durante el almacenamiento. Esto se podría explicar por pardeamiento ocurrido durante el procesamiento, como efecto del pelado y cortado de los trozos, donde se produce una ruptura de compartimientos de las células, provocando que sustratos y enzimas entren en contacto (Kader, 2002; Bretch, 1995; Beltrán *et al.*, 2005; Escalona y Luchsinger, 2008). Según Gorny *et al.* (1998) la disminución en L implicaría pardeamiento enzimático, que en pera es causado por la enzima polifenoloxidasas que actúa sobre los compuestos fenólicos liberados durante el proceso de corte (Gorny *et al.*, 2002).

Para el día 6 del almacenamiento, la temperatura afectó el valor de L, disminuyendo durante el almacenamiento. La temperatura reduce la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas como el pardeamiento enzimático (Varoquaux y Wiley, 1997). Esto concuerda con lo reportado por Rivera *et al.* (2005) quienes trabajaron con trozos de mango expuestos a distintas temperaturas, Dea *et al.* (2010) con rebanadas de mango tratados térmicamente y almacenados a 5° C y Mery (2011) quien trabajó con trozos de pera expuestos a distintas temperaturas, y se observó una disminución de L en cada uno de los ensayos realizados.

Croma (C)

Tras 1 día de almacenamiento, los cascos presentaron valores más altos de 92,4. En el día 6 de almacenamiento, los cortes almacenados a 8° C presentaron colores más intensos, donde los cubos alcanzaron colores más intensos, con valores de 23,8. Al final del almacenamiento,

los cubos presentaron los colores más intensos, con valores de 27,4, independientemente de la temperatura de conservación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Evolución del croma (C) de los cascos y cubos de pera var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph				
Croma (C)				
	Día			
	Día 1	3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	92,4 a	20,2	20,8 b ^z	24,9 b
Cubos	90,2 b	20,2	23,8 a	27,4 a
Temperatura (Te)				
5°C	91,1	20,0	21,6 b	25,9
8°C	91,5	20,3	22,0 a	26,3
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	92,2	19,9	20,1	24,8
Cascos 8°C	92,6	20,5	21,4	25,0
Cubos 5°C	90,0	20,2	23,1	27,1
Cubos 8°C	90,4	20,2	24,5	27,6
Nivel de significancia				
TC	****	NS	****	****
Te	NS	NS	****	NS
TC*Te	NS	NS	NS	NS

^z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor. NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

El tipo de corte afectó significativamente el croma. El primer día luego del procesamiento, se observaron valores mayores debido probablemente al estrés provocado por el procesamiento e intervención luego del pelado y cortado de los frutos de pera MPF (Kader, 2002; Bretch, 1995; Beltrán *et al.*, 2005; Escalona y Luchsinger, 2008). Esto ocurrió principalmente en los cubos, corte que presentó mayor superficie de corte, favoreciendo las reacciones de pardeamiento. Este croma disminuyó a partir del día 3 del almacenamiento, para seguir con un incremento hasta el día 8 del almacenamiento, dónde se alcanzaron saturaciones más altas. Esto concuerda con lo reportado por Mery (2011) que trabajó con cortes de pera expuestos a 2 temperaturas de almacenamiento (5 y 8° C), en los cuales se presentó un mayor pardeamiento en las caras expuestas a corte durante el procesamiento.

Tono (Hab)

Tras 1 día de almacenamiento el tipo de corte en cascos es el que presentó un tono más alto, con valores de 92,4, independiente de la temperatura. En el día 3 de almacenamiento los cubos presentaron tonos más altos, con valores de 92,6. Además los trozos almacenados a 8° C presentaron un tono más alto, con valores de 92,3. Para el día 6 luego del procesamiento

fueron los cascos expuestos a 8° C los que presentaron tonos más altos, con valores de 89,7. Al final del almacenamiento el tipo de corte en cascos presento tono más alto, con valores de 98,7, independiente de la temperatura de almacenamiento (Figura 5; Apéndice IV).

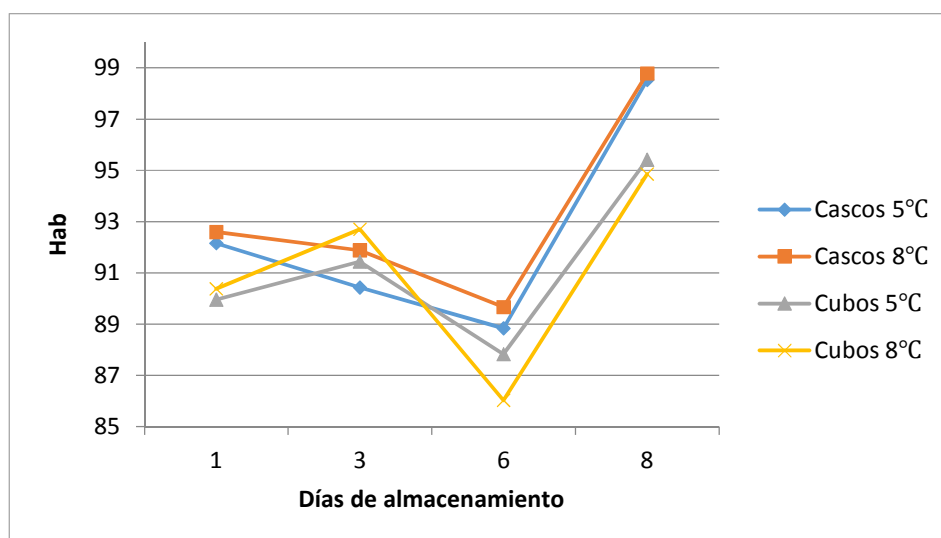


Figura 5. Evolución del Tono (Hab) de los cascos y cubos de pera var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Durante el almacenamiento los valores fueron cercanos a la tonalidad amarilla, con tendencias al verde al inicio del almacenamiento, para disminuir hasta tonos rojizos. Al inicio y final del almacenamiento el corte en cascos presentó valores más altos, lo que indicaría un menor pardeamiento. La presencia de valores más bajos de Hab podría deberse al pardeamiento producido luego del daño causado por el corte (Kader, 2002; Bretch, 1995; Beltrán *et al.*, 2005; Escalona y Luchsinger, 2008).

Firmeza de los trozos

Tras 1 día del procesamiento, el tipo de corte en cascos presentó una firmeza mayor, con valores de 5,6 kg-f, independiente de la temperatura. Para el día 3 del almacenamiento, los trozos expuestos a 5° C fueron los que presentaron una firmeza mayor, con valores de 5,4 kg-f. El día 6 posterior al procesamiento los cortes almacenados a 5° C presentaron una firmeza más alta, con valores de 5,3 kg-f para el tipo de corte, los cascos presentaron firmezas más altas, con valores de 5,3 kg-f en comparación con cubos (5,0 kg-f).

Finalizando el almacenamiento, el corte en cascos presentó mayor firmeza, con valores de 5,5 Kg·f, independiente de la temperatura (Figura 6; Apéndice V).

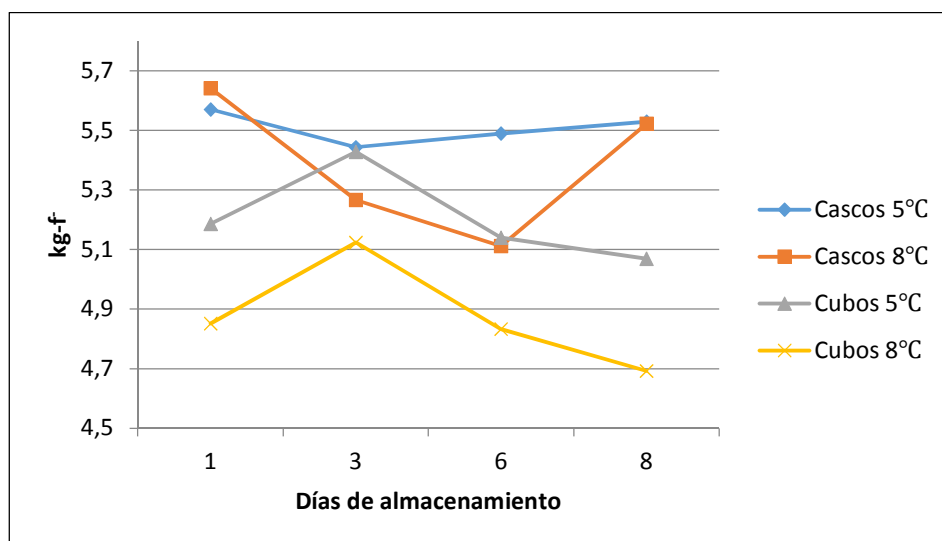


Figura 6. Evolución de la firmeza de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

La firmeza disminuyó a lo largo del almacenamiento. Esto se debería a cambios en su textura, volviéndola más blanda, menos crujiente y jugosa (Guerra y Casquero, 2005). La textura está asociada a la estructura y composición de los tejidos. La pared celular es la responsable de la condición textural del producto, compuesta por fibrillas de celulosa embebidas en sustancias pépticas, hemicelulosa, lignina, solutos de bajo peso molecular y agua (Smith *et al.*, 2006). Para el tipo de corte, los cascos mantuvieron valores de firmeza más altos en comparación con los cubos, pues el ablandamiento se limita principalmente a las partes de la fruta en contacto con la superficie de corte (Artés *et al.*, 2007). Se debe considerar que a mayor temperatura y tiempo de almacenamiento la hidrólisis de componentes de la pared celular será mayor (Watada *et al.*, 1990; Agar *et al.*, 1999; Beaulieu y Gorny, 2002). En este estudio tras 6 días de almacenamiento los trozos almacenados a 5° C presentaron mayor firmeza en comparación con aquellos almacenados a 8° C.

Parámetros químicos

Sólidos solubles totales (%SST)

Para este parámetro no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, excepto el día 6 donde los trozos almacenados a 8° C presentaron un mayor %SST en comparación con los almacenados a 5° C (Cuadro 7).

Cuadro 7. Evolución del contenido de sólidos solubles totales en cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph				
Sólidos solubles totales (%SST)				
	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	12,8	13,1	13,2	13,1
Cubos	-	12,7	12,3	12,7
Temperatura (Te)				
5°C	-	12,9	12,8 b ^z	12,9
8°C	12,9	12,9	13,3 a	12,9
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	12,6	13,0	13,1	13,0
Cascos 8°C	13,1	13,3	13,4	13,2
Cubos 5°C	-	12,8	12,6	12,7
Cubos 8°C	12,8	12,6	13,3	12,6
Nivel de significancia				
TC	-	NS	NS	NS
Te	-	NS	*	NS
TC*Te	-	NS	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Estas mínimas diferencias encontradas durante al almacenamiento a 5 y 8° C coinciden con los resultados obtenidos por Guerra y Casquero (2005) en trozos de manzana y pera, Sepúlveda (2010) y Saavedra (2011) en trozos de pera almacenados a 5° C.

Acidez titulable (AT)

Para la medición de este parámetro químico, no se presentaron diferencias significativas ni para el tipo de corte, temperatura de almacenamiento ni para la interacción de ambos factores (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evolución de la acidez titulable en cascós y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph				
Acidez titulable (% de ácido málico)				
	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	0,30	0,26	0,27	0,27
Cubos	-	0,26	0,28	0,26
Temperatura (Te)				
5°C	-	0,26	0,26	0,28
8°C	0,30	0,26	0,29	0,25
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	0,30	0,26	0,24	0,27
Cascos 8°C	0,26	0,27	0,30	0,27
Cubos 5°C	-	0,27	0,28	0,29
Cubos 8°C	0,31	0,25	0,28	0,24
Nivel de significancia				
TC	ND	NS	NS	NS
Te	ND	NS	NS	NS
TC*Te	ND	NS	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

La AT se mantuvo más o menos constante a través del tiempo. Esto concuerda con lo reportado por Saavedra *et al.* (2006) en rebanadas de rábano almacenadas a distintas temperaturas, Sepúlveda (2010) y Mery (2011) en peras "Packham's Triumph" expuestas a distintas técnicas para prolongar la vida postcosecha.

Ácidos orgánicos

Al analizar las muestras obtenidas tras el período de almacenamiento, se determinó la presencia de 2 ácidos orgánicos málico y cítrico, los cuales fueron analizados individualmente.

Concentración de ácido málico

Para el día del procesamiento no se presentaron diferencias significativas para este ácido entre los distintos tratamientos. Se presentaron diferencias significativas para los días 1, 3, 6 y 8 del almacenamiento.

Al día 1 del almacenamiento, cubos a 8° C presentó mayor concentración que los demás tratamientos, con valores de $0,0014 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{pf}}^{-1}$.

Tras 6 días de almacenamiento, el corte en cascós, a ambas temperaturas, presentó mayores concentraciones, con valores de $0,0019 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{pf}}^{-1}$.

Al final del almacenamiento, el tratamiento cascotes a 5° C presentó una concentración de ácido málico mayor con valores de 0,0031 mg·g_{pf}⁻¹) (Cuadro 9; Apéndice VI).

Cuadro 9. Concentración de ácido málico en peras var. Packham's Triumph MPF bajo 2 tipos de corte y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Concentración de ácido málico (mg·g_{pf}⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	0,0019	0,0010	0,0010	0,0008 b	0,0014
Cubos	0,0013	0,0010	0,0007	0,0019 a	0,0026
Temperatura (Te)					
5°C	0,0018	0,0009	0,0010	0,0010	0,0028
8°C	0,0015	0,0010	0,0008	0,0017	0,0022
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	0,0020	0,0013 b ^z	0,0014 a	0,0003	0,0031 a
Cascos 8°C	0,0019	0,0006 c	0,0007 c	0,0012	0,0018 d
Cubos 5°C	0,0015	0,0006 d	0,0006 d	0,0017	0,0024 c
Cubos 8°C	0,0011	0,0014 a	0,0009 b	0,0022	0,0027 b
Nivel de significancia					
TC	NS	NS	NS	*	NS
Te	NS	NS	NS	NS	*
TC*Te	NS	**	*	NS	**

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas p<0,05 para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para p<0,05, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Concentración de ácido Cítrico

Para el análisis del ácido cítrico, se presentaron diferencias significativas todos los días de evaluación.

Para el estado inicial de peras "Packham's Triumph" los cascotes presentaron una mayor concentración de este ácido, con respecto a los demás tratamientos, con valores de 0,0004 mg·g_{pf}⁻¹.

Luego de 1 día de almacenamiento, el tratamiento cubos a 8° C presentó mayor concentración de este ácido versus los demás tratamientos, con valores de 0,0002 mg·g_{pf}⁻¹.

El día 3, posterior al procesamiento, el corte en cascotes presentó una concentración más alta que el corte en cubos, independiente de la temperatura de almacenamiento, con valores de 0,0002 mg·g_{pf}⁻¹. Tras 6 días de almacenamiento, los cubos presentaron concentraciones más altas que los cascotes, con valores de 0,0004 mg·g_{pf}⁻¹. En el caso de la temperatura, el almacenamiento a 8° C presentó una concentración más alta que el almacenamiento a 5° C, con valores de 0,0003 mg·g_{pf}⁻¹.

Al finalizar el almacenamiento, el corte en cubos presentó concentraciones más altas que el resto de los tratamientos, independiente de la temperatura de almacenamiento, con valores de 0,0003 mg·g_{pf}⁻¹ (Cuadro 10; Apéndice VII).

Cuadro 10. Concentración de ácido cítrico en peras var. Packham's Triumph MPF bajo 2 tipos de corte y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Concentración de ácido cítrico (mg·g_{pf}⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	0,0004 a ^z	0,0002	0,0002 a	0,0001 b	0,0002 b
Cubos	0,0001 b	0,0002	0,0001 b	0,0004 a	0,0003 a
Temperatura (Te)					
5°C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001 b	0,0003
8°C	0,0003	0,0002	0,0001	0,0003 a	0,0002
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	0,0003	0,0002 b	0,0002	0,0000	0,0002
Cascos 8°C	0,0004	0,0010 d	0,0002	0,0001	0,0002
Cubos 5°C	0,0002	0,0001 c	0,0001	0,0002	0,0003
Cubos 8°C	0,0001	0,0002 a	0,0001	0,0005	0,0002
Nivel de significancia					
TC	***	NS	*	**	*
Te	NS	NS	NS	*	NS
TC*Te	NS	**	NS	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas p<0,05 para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para p<0,05, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Con la maduración de los frutos la concentración de los ácidos orgánicos disminuye, debido a que son utilizados como sustrato de la respiración (Cotton, 2012). Se degradan rápidamente luego de la recolección de la fruta a temperatura ambiente (Valero y Ruíz, 1998). Luego de 6 días de almacenamiento, bajo los 2 tipos de corte evaluados, se observó una disminución en el contenido de cada uno de los ácidos orgánicos encontrados, pero al llegar al último día de almacenamiento estos valores se incrementaron. En la mayoría de los casos los contenidos encontrados son mayores al inicial. Esto podría deberse a que la tasa de respiración disminuyó, debido a que a la temperatura a la cual se almacenó, logró pausar finalmente el metabolismo de la fruta.

Otra razón podría ser la deshidratación que se produce a los trozos de pera en el procesamiento (pelado y cortado) al ser expuestos a distintas temperaturas lo que favorece la evaporación de agua (Bretch, 1995). Algo de esta deshidratación podría deberse a la pérdida de agua en el proceso respiratorio, lo que concuerda con lo reportado por Izumi *et al.* (1996), quienes trabajaron con zanahorias cortadas en rebanadas, tiras y ralladas.

La presencia de estos ácidos orgánicos también ha sido reportada por otros autores. Albuquerque *et al.* (2005) analizaron distintos cultivares de melón y determinaron la presencia de ácido orgánico cítrico y málico, además de succínico y ascórbico. Por otro lado,

Ackerman *et al.* (1992) reportaron la presencia de ácido quínico, málico, cítrico, shikínico, láctico, acético, fumárico y succínico, siendo los ácidos cítrico y málico los más abundantes en manzanas cv. Glockenapfel. En este caso los contenidos aumentaron y luego disminuyeron, debido a que se utilizaron como sustrato para el proceso de respiración. En el caso del ácido acético, reportaron que su disminución también podría deberse a que jugaría un rol importante en la síntesis de ésteres.

Azúcares

Al analizar las muestras obtenidas tras el período de almacenamiento, se determinó la presencia de 3 azúcares, fructosa, glucosa y sacarosa, los cuales fueron analizados individualmente.

Concentración de fructosa

Al día del procesamiento no se presentaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Para el día 1 de almacenamiento se presentaron diferencias significativas donde cubos a 8° C, obtuvo concentraciones más altas, con valores de 0,0244 mg·g_{pf}⁻¹.

El día 6 del almacenamiento, el corte en cubos presentó una mayor concentración de fructosa, con diferencias significativas, con valores de 0,0355 mg·g_{pf}⁻¹, especialmente a 8° C, con valores de 0,0337 mg·g_{pf}⁻¹.

Al finalizar el almacenamiento, los cascos a 5° C y los cubos a 8° C presentaron mayores concentraciones de fructosa, con diferencias significativas, con valores de 0,0434 y 0,0433 mg·g_{pf}⁻¹ respectivamente (Cuadro 11; Apéndice VIII).

Cuadro 11. Concentración de fructosa en peras var. Packham's Triumph MPF bajo 2 tipos de corte y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Concentración de fructosa (mg·g_{pf}⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	0,0277	0,0156	0,0103	0,0170 b ^z	0,0417
Cubos	0,0242	0,0192	0,0150	0,0355 a	0,0424
Temperatura (Te)					
5°C	0,0271	0,0165	0,0200	0,0188 b	0,0425
8°C	0,0248	0,0183	0,0153	0,0337 a	0,0417
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	0,0338	0,0190 b	0,0254	0,0072	0,0434 a
Cascos 8°C	0,0216	0,0122 c	0,0152	0,0267	0,0400 c
Cubos 5°C	0,0204	0,0140 c	0,0146	0,0304	0,0416 b
Cubos 8°C	0,0280	0,0244 a	0,0153	0,0407	0,0433 a
Nivel de significancia					
TC	NS	****	NS	*	NS
Te	NS	**	NS	*	NS
TC*Te	NS	****	NS	NS	**

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Concentración de glucosa

Para el día del procesamiento, no se presentaron diferencias significativas para cada uno de los tratamientos.

Tras 1 día de almacenamiento, los cubos a 8° C obtuvieron mayores concentraciones de glucosa en comparación con los demás tratamientos, presentando diferencias significativas, con valores de 0,0115 mg·g_{pf}⁻¹.

El día 6, se presentaron diferencias significativas, donde el corte en cubos presentó una mayor concentración de glucosa, con valores de 0,0139 mg·g_{pf}⁻¹, especialmente a 8° C, con valores de 0,0135 mg·g_{pf}⁻¹.

Al finalizar el almacenamiento, con diferencias significativas, los cascotes a 5° C presentaron concentraciones de glucosa más altas que los demás tratamientos, con valores de 0,0180 mg·g_{pf}⁻¹ (Cuadro 12; Apéndice IX).

Cuadro 12. Concentración de glucosa en peras var. Packham's Triumph MPF bajo 2 tipos de corte y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.

"Packham's Triumph"					
Concentración de glucosa (mg·g_{pf}⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	0,0085	0,0076	0,0077	0,0063 b ^z	0,0164
Cubos	0,0108	0,0084	0,0063	0,0139 a	0,0163
Temperatura (Te)					
5°C	0,0080	0,0073	0,0083	0,0067 b	0,0172
8°C	0,0113	0,0088	0,0057	0,0135 a	0,0155
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	0,0055	0,0093 b	0,0101	0,0019	0,0180 a
Cascos 8°C	0,0115	0,0060 c	0,0053	0,0107	0,0147 c
Cubos 5°C	0,0106	0,0054 c	0,0065	0,0115	0,0164 b
Cubos 8°C	0,0110	0,0115 a	0,0061	0,0162	0,0162 b
Nivel de significancia					
TC	NS	NS	NS	**	NS
Te	NS	NS	NS	*	***
TC*Te	NS	**	NS	NS	***

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Concentración de sacarosa

El día del procesamiento, los trozos expuestos a 5° C presentaron mayor concentración de sacarosa, con diferencias significativas, con valores de 0,0061 mg·g_{pf}⁻¹.

Para el día 1 del almacenamiento, con diferencias significativas, los cubos a 8° C, presentaron concentraciones más altas de glucosa que los demás tratamientos, con valores de 0,0038 mg·g_{pf}⁻¹.

Tras 6 días de almacenamiento, cubos a 5 y 8° C, con diferencias significativas, presentaron mayor contenido de sacarosa con valores de 0,0042 y 0,0044 mg·g_{pf}⁻¹ respectivamente.

Para el final del almacenamiento, no se presentaron diferencias significativas en los distintos tratamientos (Cuadro 13; Apéndice X).

Cuadro 13. Concentración de sacarosa en peras var. Packham's Triumph MPF bajo 2 tipos de corte y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph					
Concentración de sacarosa (mg·g⁻¹)					
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)					
Cascos	0,0044	0,0018	0,0029	0,0014	0,0073
Cubos	0,0049	0,0028	0,0022	0,0043	0,0057
Temperatura (Te)					
5°C	0,0061 a ^z	0,0021	0,0027	0,0027	0,0061
8°C	0,0032 b	0,0026	0,0024	0,0040	0,0069
Interacción (TC*Te)					
Cascos 5°C	0,0061	0,0023 b	0,0033	0,0012 c	0,0067
Cascos 8°C	0,0018	0,0014 d	0,0024	0,0036 b	0,0079
Cubos 5°C	0,0060	0,0019 c	0,0020	0,0042 a	0,0055
Cubos 8°C	0,0097	0,0038 a	0,0024	0,0044 a	0,0060
Nivel de significancia					
TC	NS	****	NS	***	NS
Te	*	***	NS	**	NS
TC*Te	NS	****	NS	*	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

De acuerdo con el análisis de la concentración de azúcares, la fructosa es el azúcar que presentó una mayor proporción, seguida de glucosa y sacarosa. Chen *et al.* (2009) determinaron la presencia de fructosa, glucosa y sacarosa en peras enteras “Yali”, siendo la fructosa la que se identificó en mayor proporción, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio.

Los azúcares son utilizados como sustrato de la respiración, principalmente aquellos atrapados en la vacuola, los cuales son posteriormente liberados de manera controlada en el proceso de glicólisis, la vía de la pentosa fosfato y la vía de los ácidos tricarbónicos (Planella, 1987; Tucker *et al.*, 1993; Nerd y Mizrahi, 1997). Esto explicaría la disminución del contenido de cada uno de estos azúcares a medida que avanzaba el almacenamiento. Luego de los 8 días de almacenamiento, se presentó un aumento de cada uno de los azúcares evaluados. Estudios demuestran un aumento de fructosa, glucosa y sacarosa en etapas avanzadas de madurez, puesto que a medida que aumenta la respiración, el azúcar debiese disminuir, pero con la hidrólisis de almidón, los azúcares solo disminuyen levemente (Gao and Wang, 1983; Ackerman *et al.*, 1992).

Compuestos aromáticos volátiles

Para la pera Packham's Triumph, cortada en cascotes y cubos y almacenada a 5 y 8° C se identificaron alrededor de 125 compuestos aromáticos volátiles en el espacio de cabeza. Sin embargo, sólo 6 de estos compuestos 3 ésteres, 2 alcoholes y 1 aldehído (Cuadro 14) fueron comunes en la materia prima y en los cascotes y cubos, lo que pasó a conformar el perfil aromático de estos productos.

La definición del perfil aromático es el balance de todos los compuestos emitidos del espacio de cabeza y se basa en la presencia de cada uno de estos compuestos en la mayoría de las muestras analizadas (Obando-Ulloa *et al.*, 2009). Por esta razón cualquier cambio en este balance generará cambios en el sabor de los frutos, afectando la percepción sensorial del consumidor (Mattheis *et al.*, 2005; López *et al.*, 2007; Harb *et al.*, 2008).

Cuadro 14. Compuestos aromáticos identificados en el espacio de cabeza de peras

Packham's Triumph enteras y MPF almacenadas 8 días a 5 y 8 °C, junto a su tiempo de retención (TR), índice de Kobalts calculado y descriptor del aroma.

Nombre	TR	IK calc	Descriptor
Butanol	2,2	437	Olor fuerte, alcohólico, rancio, dulce, aceite de fusel duro con plátano.
Alcohol isobutírico, isobutanol	3,3	749	ND
Butil acetato	5,6	837	Fuerte olor a frutas, agradable olor a plátano, dulce.
Acetato de etilo	1,8	610	Olor a frutas
Acetato de propilo	2,9	737	Olor a frutas
Pentanal	2,6	686	Olor fuerte, potente, acre, áspero y picante al gusto y al olfato

Los aromas determinados en su mayoría han sido identificados en el aroma de frutas y algunos de ellos son producto de la degradación de aminoácidos, ácidos grasos e hidratos de carbono y de distintas sustancias químicas. Los contenidos relativos encontrados en este estudio disminuyeron durante el almacenamiento, excepto en el caso del alcohol isobutírico, el cual aumentó luego de los 8 días a 5 ó 8° C (Cuadro 15; Apéndice XI).

Cuadro 15. Evolución del contenido relativo de compuestos aromáticos volátiles de pera var. Packham's Triumph MPF conservados 8 días a 2 temperaturas diferentes.

Packham's Triumph					
Evolución del contenido relativo de Compuestos aromáticos volátiles					
Nombre compuesto	Contenido inicial	Cascos a 5°C	Cubos a 5°C	Cascos a 8°C	Cubos a 8°C
Butanol	10,59	-0,74	-0,70	-0,01	-0,81
Alcohol isobutírico,	3,86	0,22	0,22	0,47	-0,45
Butil acetato	34,93	-1,14	-5,55	-0,45	ND
Acetato de etilo	2,15	0,00	0,72	-5,15	-0,39
Acetato de propilo	1,32	-0,58	-1,91	-0,16	ND
Pentanal	5,74	1,00	0,14	1,00	-0,97

Los valores negativos representan una disminución con respecto al contenido inicial del compuesto aromático en la muestra.

Según lo analizado, los ésteres son los compuestos que se encuentran en mayor proporción en frutos intactos y mínimamente procesados a las 2 temperaturas. Esto concuerda con lo reportado en peras (Shiota *et al.*, 1981), frambuesas (Forney *et al.*, 2000; Cotton 2012), manzanas (Echeverría *et al.*, 2002) y piña (Chang-Bin *et al.*, 2011), por mencionar algunos ejemplos.

Según Shiota *et al.* (1981), las peras europeas, luego de ser sometidas a maduración desarrollan un fuerte aroma agradable, evidenciado a su vez por cambios en la concentración de ésteres, principalmente etilo, propilo, butilo y acetatos de hexilo, aumentando a medida que aumenta la madurez. Douillard y Guichard (1990) establecen que los ésteres entregan sabor y notas florales a las frutas frescas maduras.

En los cascos y cubos de pera Packham's Triumph la segunda mayor proporción de compuestos aromáticos identificados fueron los aldehídos. Según Beaulieu y Grimm (2001) estos compuestos se asocian con estados inmaduros, como en melón cantaloupe donde la concentración de aldehídos aumentó significativamente durante las etapas tempranas de crecimiento y luego disminuyó con la madurez.

La maduración está caracterizada por cambios fisiológicos y estructurales, aumento de la tasa respiratoria y producción de etileno, ablandamiento, hidrólisis de almidón, aumento en el contenido de azúcares, degradación de clorofila, síntesis de pigmentos, cambios en la membrana celular, síntesis de proteínas específicas y síntesis de compuestos volátiles (Mehinagic *et al.*, 2006), lo cual está estrechamente relacionado con el etileno que es el responsable de la activación de enzimas ligadas en la biosíntesis de aromas (Song y Bangerth, 1996; Fan *et al.*, 1998; Defilippi *et al.*, 2004; Matheis *et al.*, 2005), puesto que se ha observado que a mayor tasa de producción de etileno y tasa respiratoria, mayor cantidad de compuestos volátiles, (Matheis *et al.*, 1991; Fellman y Matheis, 1995; Song y Bangerth, 1996; Fellman *et al.*, 2000). Esto queda evidenciado por lo comentado por Fan *et al.* (1999) y Defilippi *et al.* (2004) para el caso de manzanas, quienes al aplicar tratamientos que inhiben la tasa de emisión de etileno (AVG) o inhiben su acción (1-MCP) reducen la formación de compuestos aromáticos volátiles.

Análisis sensorial

Acidez

Este parámetro no presentó diferencias significativas entre los tratamientos analizados, excepto para el día 3 de almacenamiento, donde los trozos almacenados a 5° C presentaron valores de 1,8 en comparación a los almacenados a 8° C que alcanzaron valores de 1,3. La acidez disminuyó a través del almacenamiento, con valores iniciales que van de 3,2 a 1,6, para llegar al final del almacenamiento a valores cercanos a 0 (sin acidez) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Evolución de la acidez en cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C, evaluados por panel de 12 jueces.

Packham's Triumph			
Acidez			
	Día 1	Día 3	Día 6
Tipo de corte (TC)			
Cascos	2,6	1,9	0,9
Cubos	1,9	1,3	1,0
Temperatura (Te)			
5°C	2,7	1,8 a ^z	1,0
8°C	1,8	1,3 b	0,9
Interacción (TC*Te)			
Cascos 5°C	3,2	2,2	0,9
Cascos 8°C	2,1	1,5	0,9
Cubos 5°C	2,2	1,5	1,1
Cubos 8°C	1,6	1,0	0,8
Nivel de significancia			
TC	NS	NS	NS
Te	NS	*	NS
TC*Te	NS	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Dulzor

El dulzor de los cascos y cubos a ambas temperaturas no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, excepto para el día 6 del almacenamiento, donde cascos a 5° C presentaron un dulzor más alto, en comparación con los demás tratamientos, con valores de 9,9 (Cuadro 17). Su evolución durante el tiempo de almacenamiento no presentó tendencias claras, manteniéndose más o menos constante a través del tiempo.

Cuadro 17. Evolución del dulzor en cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C, evaluados por panel de 12 jueces.

Packham's Triumph			
Dulzor			
	Día 1	Día 3	Día 6
Tipo de corte (TC)			
Cascos	6,8	7,2	8,1
Cubos	8,7	7,5	7,3
Temperatura (Te)			
5°C	7,7	7,7	8,5
8°C	7,8	7,1	6,9
Interacción (TC*Te)			
Cascos 5°C	7,5	8,0	9,9 a ^z
Cascos 8°C	6,1	6,5	6,3 b
Cubos 5°C	7,9	7,4	7,0 ab
Cubos 8°C	9,6	7,6	7,5 ab
Nivel de significancia			
TC	NS	NS	NS
Te	NS	NS	NS
TC*Te	NS	NS	*

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

Sabor

El sabor de los trozos a ambas temperaturas de almacenamiento, no presentó diferencias significativas entre los distintos tratamientos analizados.

En la mayoría de los tratamientos al avanzar el almacenamiento, la intensidad de sabor disminuyó. Situación contraria ocurrió en el caso de cascos a 5°C, en donde la intensidad del sabor aumentó (Cuadro 18).

Cuadro 18. Evolución del sabor en cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8°C, evaluados por panel de 12 jueces.

Packham's Triumph			
Sabor			
	Día 1	Día 3	Día 6
Tipo de corte (TC)			
Cascos	9,5	9,3	9,2
Cubos	10,0	8,5	8,2
Temperatura (Te)			
5°C	10,0	9,0	9,7
8°C	9,4	8,8	7,7
Interacción (TC*Te)			
Cascos 5°C	10,7	9,1	10,9
Cascos 8°C	8,2	9,4	7,6
Cubos 5°C	9,3	8,8	8,5
Cubos 8°C	10,7	8,2	7,9
Nivel de significancia			
TC	NS	NS	NS
Te	NS	NS	NS
TC*Te	NS	NS	NS

z: Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor.
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001, respectivamente.

La disminución de la acidez encontrada en este estudio podría deberse a que con la maduración de los frutos el contenido de los ácidos orgánicos disminuye, debido a que son utilizados como sustrato de la respiración (Cotton, 2012). Además se degradan rápidamente luego de la recolección de la fruta a temperatura ambiente (Valero y Ruíz, 1998).

Al analizar el dulzor, este no presentó tendencias claras manteniéndose más o menos constante a través del tiempo de almacenamiento. El dulzor es uno de los factores implicados en la aceptabilidad de las frutas y está relacionado con la evolución de los sólidos solubles. Estos aumentan durante los primeros días posteriores al procesamiento y en los días siguientes se mantienen más o menos constantes, pudiendo disminuir a través del almacenamiento (Guerra y Casquero, 2005). La disminución podría deberse a que estos azúcares son utilizados como fuente primaria de energía química. Debido a la síntesis de enzimas de la degradación, se ha visto que el nivel de azúcares a través del tiempo disminuye (fructosa y glucosa) seguramente debido a que la fructosa es consumida o transformada en glucosa para luego ser consumida (Gómez *et al.*, 2007).

Para el caso del sabor, cuya tendencia fue a la disminución en la mayoría de los casos analizados, se podría concluir que esta baja está ligada al descenso en la acidez y en algunos de los tratamientos en el dulzor, asumiendo que el sabor pudiese ser una interacción de ambos parámetros analizados.

CONCLUSIONES

El tipo de corte y la temperatura de almacenamiento, tienen implicancia en la evolución de los parámetros metabólicos. A mayor grado de corte (corte en cubos, con mayor intervención) y temperatura de almacenamiento (temperatura más alta; 8° C) la tasa respiratoria y la producción de etileno aumentan.

A mayor grado de corte, mayor evolución de parámetros de color, menor L, menor C y mayor Hab. Además mayor pérdida de firmeza en trozos de pera “Packham’s Triumph”.

El tipo de corte y las temperaturas estudiadas no afectaron la composición de ácidos orgánicos, azúcares y perfil aromático.

Por lo tanto, el corte en cascos de peras “Packham’s Triumph” MPF almacenados 5° C presentó una mejor calidad general durante 8 días.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, J., M. Fischer and R. Amado. 1992. Changes in sugars, acids and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel). *J. Agric. And Food Chem.* 40: 1131-1134.
- Adaro, D. 2010. Pera Williams. Manual para el productor y el empacador. Editorial Patagonia. Argentina. 168p.
- Agar, I. T., R. Massantini, B. Hess-Pierce and A. A. Kader. 1999. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *J. Food Sci.* 64(3): 433-440.
- Alburquerque, B., F. Lidon and M. G. Barreiro. 2005. A case study on the flavor properties of melón (*Cucumis melo* L.) cultivars. *Fruits* 61 (5): 333-339.
- Arias, E., J. González, P. López-Buesa y R. Oria. 2007. Optimización del proceso de obtención de pera de IV gama. Grupo de investigación en alimentos de Origen Vegetal de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España. 6p.
- Artés, F., P. A. Gómez and F. Artés-Hernández. 2007. Physical, physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruit and vegetables. *Food Sci. Technol. Int.* 13(3): 177-188.
- Baldwin, E. 2002. Fruit flavor, volatile metabolism and consumer perceptions. pp. 89-106. *In: Kneen, M. Fruit quality and its biological basis.* Sheffield Academic Press, London, United Kingdom. 292p.
- Beaulieu, J. C. and C. C. Grimm. 2001. Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase microextraction. *J. Agric. and Food Chem.* 49: 1345-1352.
- Beaulieu, J. C. and E. Baldwin. 2002. Flavor and aroma of fresh cut fruit and vegetables. pp. 391-425. *In: O. Lamikanra (ed.). Fresh cut fruits and vegetables.* Science Technology and Market. Boca raton, Florida, United States.
- Beaulieu, J. C. 2006. Volatile changes in cantaloupe during growth, maturation and in stored fresh-cut prepared from fruit harvested at various maturities. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131 (1): 127-139.
- Beaulieu, J. C. and J. M. Lea. 2006. Characterization and semi quantitative analysis of volatiles in seedless watermelon varieties using solid-phase microextraction. *J. Agric. Food Chem.* 54: 7789-7793.

- Beaulieu J. C. and J. R. Gorny. 2002. "Fresh-cut Fruits". *In*: Gross, K. C., C. Y. Wang and M. E. Saltveit (eds.). The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. Washington D.C., United States.
- Beltrán, D., M. V. Selma, J. A. Tudela and M.I. Gil. 2005. Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stores under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biol. and Technol.* 37: 37-46.
- Bett, K. L., D. A. Ingram, C. C. Grimm, S. W. Lloyd, A. M. Spanier, J. M. Miller, K. C. Gross, E. A. Baldwin and B. T. Vinyard. 2001. Flavor of fresh-cut gala apples in barrier film packaging as affected by storage time. *J. Food Qual.* 24: 141-156.
- Bretch, J. 1995. Physiology of lightly processed fruit and vegetables. *Hort. Sci.* 30: 18-21.
- Cantwell, M. 1998. Fresh-cut products. Maintaining quality and safety. Davis: Univ. Calif. Postharvest. 10.
- Cantwell, M. and T. Suslow. 2007. Sistemas de manejo postcosecha: Frutas y hortalizas precortadas (Mínimamente procesadas). pp. 497-518. *En*: Tecnología postcosecha de productos hortofrutícolas: Centro de investigación e información de tecnología postcosecha. UC Davis, CA, Estados Unidos. 580 p.
- Chang-Bin, W., L. Sheng-Hui, L. Yu-Ge, L. Ling-Ling, Y. Wen-Xiu and S. Guang-Ming. 2011. Characteristic aroma compounds from different pineapple parts. *Molecules* 2011 (16): 5104-5112.
- Chen, J. J. 2000. The research on the enzyme browning mechanism of apple and "Yali" pear. *Food Sci.* 21(2): 71-73.
- Cotton, S. 2012. What's in your strawberries? Education in Chemistry. Disponible en: http://rsclive3.rsc.org/images/EiC03_12-strawberries_tcm18-216747.pdf. Leído el 11/10/2013.
- Cunningham, D. G., T. E. Acree, J. Barnard, R. Butts and I. P. Brael. 1986. Chem analysis of apple volatiles. *Food Chem.* 19: 137-147.
- Dea, S., J. K. Bretch, M. Cecilia, N. Nuñez and E. A. Baldwin. 2010. Quality of fresh-cut "kent" mango slices prepared from hot water or non-hot water- treated fruit. *Postharvest Biol. and Technol.* 56: 171-180.
- Defilippi, B. G., A. M. Dandekar and A. A. Kader. 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apples (*Malus domestika* Bork) fruit. *J. Agric. and Food Chem.* 52: 5664-5701.

- De Pooter, H. L., M. Van Acker and M. N. Schamp. 1987. Aldehyde metabolism and the aroma quality of stored Golden Delicious apples. *Phytochem.* 26: 89-92.
- Dixon, J. and E. W. Hewett. 2000. Factors affecting apples aroma/flavor volatile concentration: A review. *N. Zeal. J. Crop and Horticult. Sci.* 28: 155-173.
- Douillard, C. and E. Guichard. 1990. Aroma of strawberry (*Fragaria ananasa*). Characterization of some cultivars and influence of freezing. *J. Sci. Food Agric.* 50: 517-531.
- Escalona, V. y L. Luchsinger. 2008. Una Revisión sobre frutas y hortalizas mínimamente procesadas en fresco. *Aconex* 99: 23-28.
- Fan, X., J. P. Matheis and D. Buchanan. 1998. Continuous requirement of ethylene for apple fruit volatile synthesis. *J. Agric. and Food Chem.* 46: 1959-1963.
- Fellman, J. K. and J. P. Matheis. 1995. Ester biosynthesis in relation of harvest maturity and controlled-atmosphere storage of apples. pp. 149-162. *In: Fruit flavors: biogenic, characterization and authentication.* Leahy, M. and M. Rouseff. (Eds.). Amer. Chem. Soc. Washington D. C., United States.
- Fellman, J. K., T. W. Miller, D. S. Mattinson and J. P. Matheis. 2000. Factors that influence biosynthesis of volatile flavor compounds in apple fruits. *Hort. Sci.* 35: 1026-1033.
- Fernández-Trujillo, J.P. and F. Artés. 1997. Keeping quality of cold stored peaches using intermittent warming. *Food Res. Int.* 30: 441-450.
- Fernández-Trujillo, J.P., J. Obando, J.A. Martínez, A. L. Alarcón, I. Eduardo, P. Arús y A. J. Monforte. 2005. Gestión de la calidad de experimentos con frutos de una colección de líneas casi isogénicas de melón. pp. 149-158. *En: Atienza, J. y J. Rabasseda.* (Coord.). Madrid, España.
- Forney, C., W. Kalt and M. A. Jordan. 2000. The composition of strawberry aroma is influenced by cultivar, maturity and storage. *Hort. Sci.* 35 (6):1022-1026.
- Gao, H. F. and Y. Z. Wang. 1983. Respiration and sugar-catabolism of Kuerle fragrant pear during storage. *Acta Horticulturae* 10 (2): 141-142.
- Gómez, P., F. Artés-Fernández, E. Aguayo, V. H. Escalona y F. Artés. 2007. Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. *Revista Phytoma* 189: 124-129.
- Gorny, J.R, M.I. Gil and A.A Kader. 1998. Postharvest Physiology and quality maintenance vegetables. *Acta Horticulturae* 464. International Postharvest Science Conference Postharvest 96: 231-236.

- Gorny, J. R., R. A. Cifuentes, B. Hess-Pierce and A. A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size and storage regime. *International J. Food Sci. Technol.* 65: 541-544.
- Guerra, M. y P. Casquero. 2005. Evolución de la madurez de variedades de manzana y pera en almacenamiento frigorífico conjunto con absorbedor de etileno. *Información tecnológica* 16 (4): 11-16.
- Harb, J., R. Bisharat and J. Streif. 2008. Changes in volatiles constituents of blackcurrants (*Ribes nigrum* L. cv "Titania") following controlled atmosphere storage. *Postharvest Biol. Tech.* 47: 271-279.
- Izumi, H., A.E. Watada, Ko, N.P. and W. Douglas. 1996. Controlled atmosphere storage of carrots slices, sticks and shreds. *Postharvest Biol. and Technol.* 9: 165-172.
- Kader, A. 2002. Biología y tecnología de postcosecha: Una revisión general. *Postharvest technology of horticultural crops. Universidad de California Publ.* 3311: 311-324.
- Lamikanra, O. 2002. Fresh-cut fruit and vegetables. Pp. 291-294. *In: Science Technology and market.* Boca raton, Florida, Estados Unidos.
- Lobo, M. G. y González, M. 2006. Estado actual de los productos mínimamente procesados en frescos en España. Disponible en: <http://www.icia.es/icia/download/postcosecha/procesado%20minimo%20en%20espa%F1a.pdf>. Leído el 19/05/2011.
- López, M. L., C. Villatoro, T. Fuentes, J. Graell, I. Lara and G. Echeverría. 2007. Volatile compounds, quality parameters and consumer acceptance of "Pink Lady®" apples stored in different conditions. *Postharvest Biol. and Tech.* 43: 55-66.
- Mandl, B. 1985. Tratamientos para superar la pérdida de capacidad de madurar de las peras (*Pyrus communis* L.) cultivar Packham's Triumph. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. *Investigaciones agronómicas* 6. Montevideo, Uruguay.
- Mattheis, J. P., X. Fan and L. C. Argenta. 2005. Interactive responses of Gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. *J. Agric. and Food Chem.* 53: 4510- 4516.
- Mehinagic, E., G. Royer, R. Symoneaux, F. Jourjon and C. Prost. 2006. Characterization of odor-active volatiles in apples. Influence of cultivars and maturity stage. *J. Agric. and Food Chem.* 54: 2678-2687.
- Mery, L. 2011. Evaluación de distintas técnicas de postcosecha para prolongar la vida útil de peras mínimamente procesadas. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo y al grado

de magíster en ciencias agropecuarias, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 213 p.

Moggia, C., M. Pereira, J.A. Yuri y M. A. Moya. 2005. Evolución de madurez en pre cosecha y potencialidad de almacenaje de peras Packham's Triumph. *Agricultura técnica* 65 (3): 246-257.

Moya, A., M. Montes, C. Moggia y J. Yuri. 2004. Pomáceas. *Boletín técnico. Centro de pomáceas. Universidad de Talca* 4 (2). 4p.

Obando, J., C. Mirandai, E. Dekempeneer, E. Moreno, J.A. Martinez, P. Arús, J. García-Mas, B. Nicolai, A.J. Monforte y J.P. Fernández-Trujillo. 2008a. Compuestos volátiles discriminantes en el comportamiento climatérico del melón. *Sci. Hortic.* 121: 425-433.

Obando-Ulloa, J. M., J. Ruíz, A. J. Monforte and J. P. Fernández-Trujillo. 2008b. Aroma profile of a collection of near-isogenic lines of melon (*Cucumis melo* L.). *Food Chem.* (118): 815-822.

Obando-Ulloa, J.M., I. Eduardo, A. J. Monforte and J. P. Fernández-Trujillo. 2009. Identification of QTLs related to sugar and organic acid composition in melon using near-isogenic lines. *Sci. Hortic.* 121: 425-433.

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

Orsat, V., Y. Gariépy, G. S. V. Raghavan y D. Lyew. 2001. Radio frequency treatment for ready to eat fresh carrots. *Food Research International* 34: 527-536.

Pérez, A. G. and C. Sanz. 2008. Formation of fruit flavor. *In: Bruckner B. and W. S. Grant (eds.). Fruit and vegetable flavour: 41-70.*

Rivera, I., F.A. Vázquez, J. Ayala-Zabala and G.A. González. 2005. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento em calidad de papaya fresca cortada (*Carica papaya* L.) cv. Maradol. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 6: 83-94.

Rocha, A. M. C. N., C. M. Brochado and A. M. M. B. Morais. 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Joangored). *J. Food Qual.* 21: 13-28.

Sanz, C., J. M. Olías and A. G. Pérez. 1997. Aroma biochemistry of fruits and vegetables. pp. 125-155. *In: Phytochemistry of fruits and vegetables. Tomás-Barberán, F. A. and R. Robins (Eds.). Oxford, United States.*

SAS Institute Inc. 2011. Disponible en: http://www.jmp.com/software/jmp8/pdf/103716_jmp8_prodbrf.pdf. Leído el 13/09/2011.

Saavedra, J., F. Fumi, L. Sichmann, E. Marcos, P. Jacomino and R. Hogle. 2006. Fresh-cut radish using diferents cut types and storage temperature. *Postharvest Biol. and Technol.* 37: 37-46.

Saavedra, A. 2011. Efecto de tratamientos térmicos sobre pera (*Pyrus communitis* L.) variedad Packham's Triumph minimamente procesada. Tesis para optar al grado de ingeniero agrónomo, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 61 p.

Senesi, R., A. Galvis y G. Famagalli. 1999. Quality indexes and internal atmosphere of packaged fresh-cut pears (Abate Fetel and Kaiser varieties. *Italian J. and Food Sci.* 2: 111-120.

Sepúlveda, A. 2010. Efecto de inhibidores del pardeamiento enzimático en peras (*Pyrus communis* L.) cv. Packham's Triumph minimamente procesadas. Tesis para optar AL grado de ingeniero agrônomo, facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 77p.

Shalit, M., N. Katzir, Y. Tadmor, O. Larkov, Y. Burger, F. Shalekhet, E. Lastochkin, U. Ravid, O. Amar, M. Edelstein, Z. Karchi and E. Lewinsohn. 2001. Acetil- CoA: alcohol acetyltransferance activity and aroma formation in ripening melon fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49: 794- 799.

Shiota, H., T. Minami and T. Sawa. 1981. Aroma constituents of Japanese pear fruit. *Kajuu Kyokai Ho* 279: 36-40.

Smith, J. and D. Stanley. 2006. Nonenzimatic lignification of asparagus. *Text Studies* 18: 339-358.

Soliva-Fortuny, R., N. Alós-Saiz, A. Espachs-Barroso and O. Martín-Belloso. 2004. Influence of maturity at processing of quality attributes of fresh-cut 'Conference' pears. *J. and Food Sci.* 69: 290-294.

Song, J. and F. Bangert. 1996. The effect of harvest date on aroma compound production from "Golden Delicious" apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biol. and Technol.* 8: 259-269.

Thomson, J., Gordon, M. and Casmire, R. M. 2007. Enfriamiento de productos hortofrutícolas. pp. 111-130. *En: Tecnología postcosecha de productos hortofrutícolas.* Centro de investigación e investigación de tecnología postcosecha. UC Davis, California, Estados Unidos. 580 p.

Toivonen, P. M. A. and D. Brummell. 2007. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol. and Technol.* 44: 1-14.

Tucker, G. A., G. B. Seymour and J. E. Taylor. 1993. *In: Biochemistry of fruit ripening*. Chapman and Hall (eds.). London, England. 454 p.

Varoquaux, P. y Wiley, R. 1997. Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas. pp: 220-226. *En: Wiley, R. (eds.). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas*. Zaragoza, España.

Valero, C y M. Ruíz Altisent. 1998. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. Departamento de ingeniería rural, ETSIA UPM. Madrid, España.

Watada, A.E., K.Abe and N. Yamuchi. 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 44(5): 177-188.

ANEXO 1**Evaluación de calidad**

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

Instrucciones: Indique con una línea vertical la intensidad de su sensación para cada una de ellas.

Muestra N° ____

Sabor

0	15
Sin Sabor	Con sabor característico

Acidez

0	15
Sin Acidez	Extremadamente Ácida

Dulzor

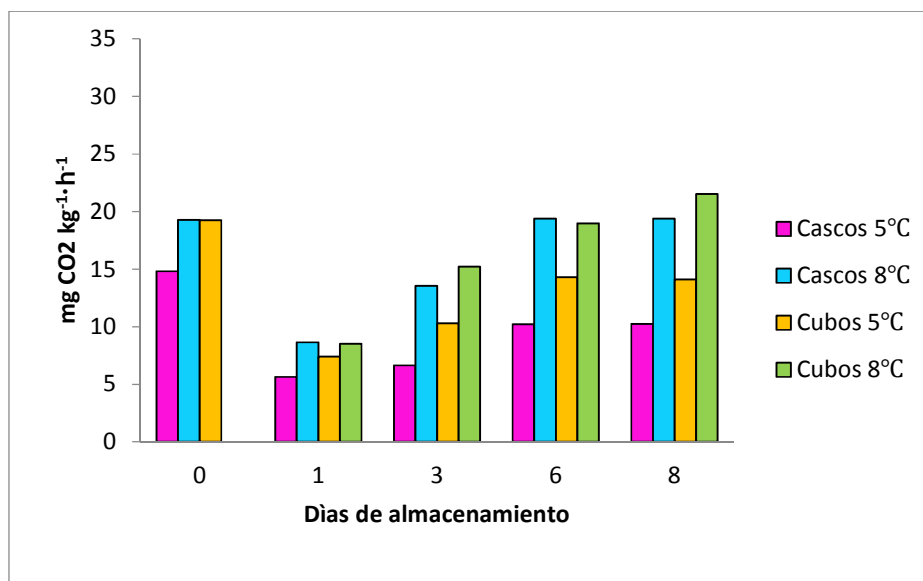
0	15
Sin Dulzor	Extremadamente Dulce

Amargor

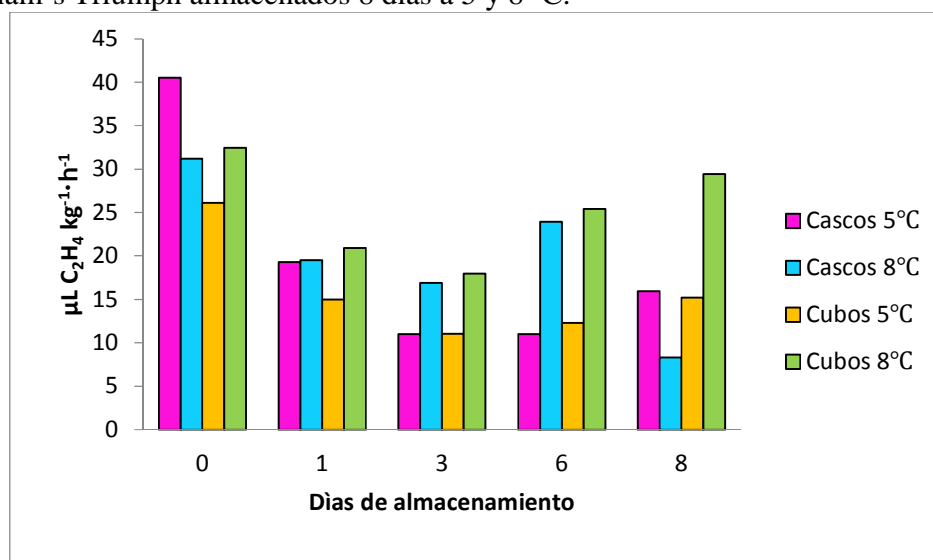
0	15
Sin Amargor	Extremadamente amargo

APÉNDICES

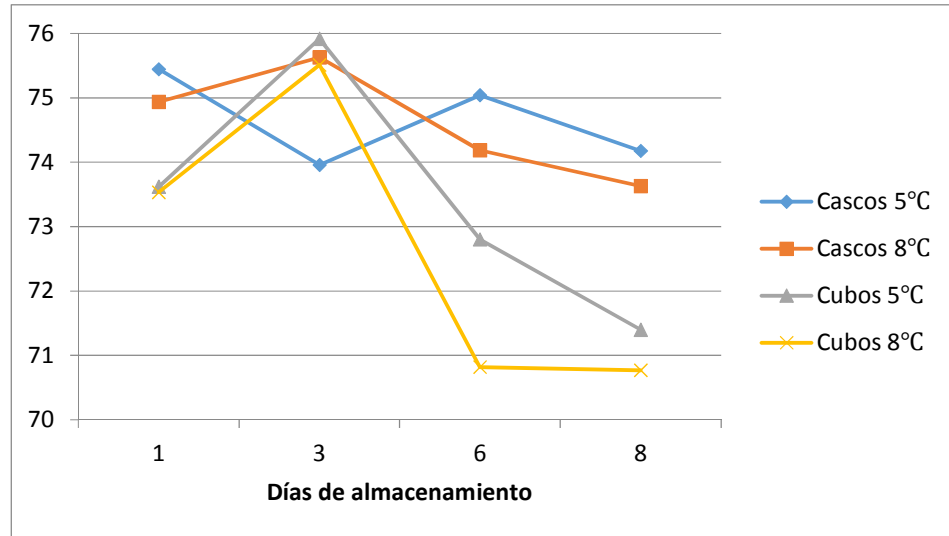
Cuadro I. Evolución de la tasa respiratoria de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro II. Evolución de la producción de etileno de cascos y cubos de pera cv. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro III. Evolución de la luminosidad (L) del color de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph almacenados 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro IV. Evolución del Tono (Hab) de los cubos y cascos de peras var. Packham's Triumph almacenadas 8 días a 5 y 8° C.

Packham's Triumph				
Tono (Hab)				
	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	92,4 a ^z	91,2 b	89,3	98,7 a
Cubos	90,2 b	92,6 a	86,9	95,1 b
Temperatura (Te)				
5°C	91,1	91,4 b	88,3	97,0
8°C	91,5	92,3 a	87,9	96,8
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	92,2	90,4	88,8 ab	98,5
Cascos 8°C	92,6	91,9	89,7 a	98,8
Cubos 5°C	90,0	91,4	87,8 b	95,4
Cubos 8°C	90,4	92,7	86,1 c	94,9
Nivel de significancia				
TC	****	****	****	****
Te	NS	*	NS	NS
TC*Te	NS	NS	***	NS

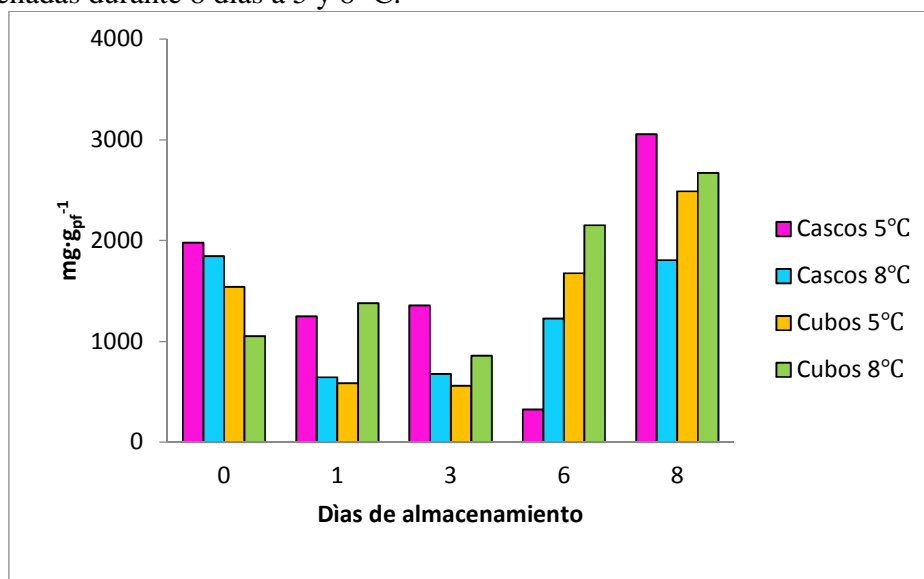
Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001 respectivamente.

Cuadro V. Evolución de la firmeza de los cascos y cubos de peras var. Packham's Triumph MPF almacenados 8 días a 5 y 8° C.

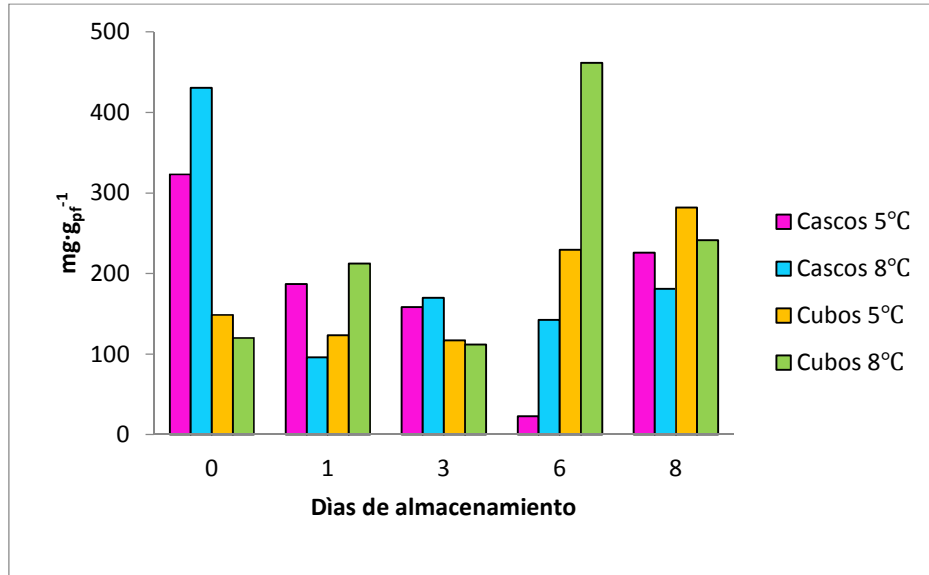
"Packham's Triumph"				
Firmeza (kg f)				
	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	5,6 a	5,4	5,3 a ^z	5,5 a
Cubos	5,0 b	5,3	5,0 b	4,9 b
Temperatura (Te)				
5°C	5,4	5,4 a	5,3 a	5,3
8°C	5,3	5,2 b	5,0 b	5,1
Interacción (TC*Te)				
Cascos 5°C	5,6	5,4	5,5	5,5
Cascos 8°C	5,6	5,3	5,1	5,5
Cubos 5°C	5,2	5,4	5,1	5,1
Cubos 8°C	4,9	5,1	4,8	4,7
Nivel de significancia				
TC	****	NS	**	****
Te	NS	**	**	NS
TC*Te	NS	NS	NS	NS

Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$ para cada factor
NS, *, **, ***, No significativo o significativo para $p < 0,05$, 0,01 o 0,001 respectivamente.

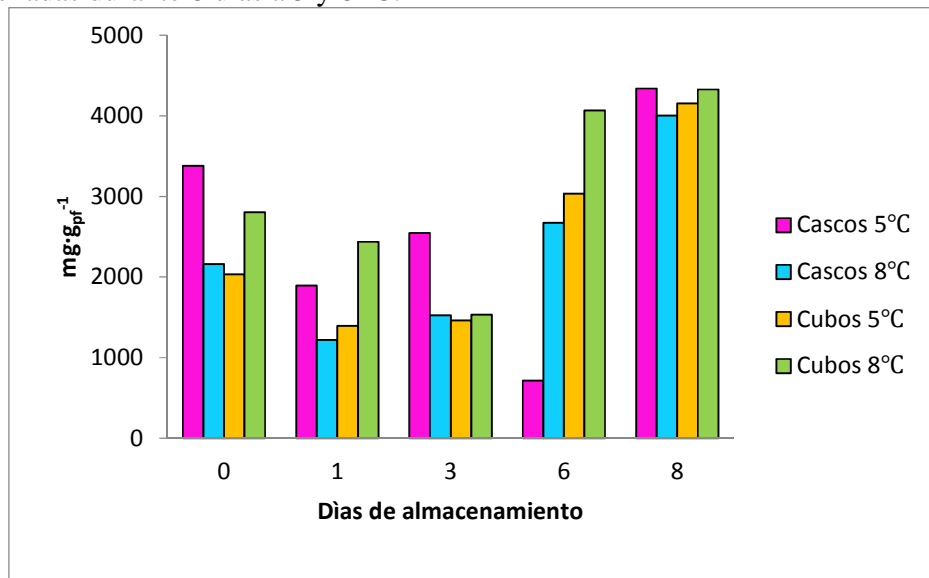
Cuadro VI. Concentración de ácido málico en peras var. Packham's Triumph MPF y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.



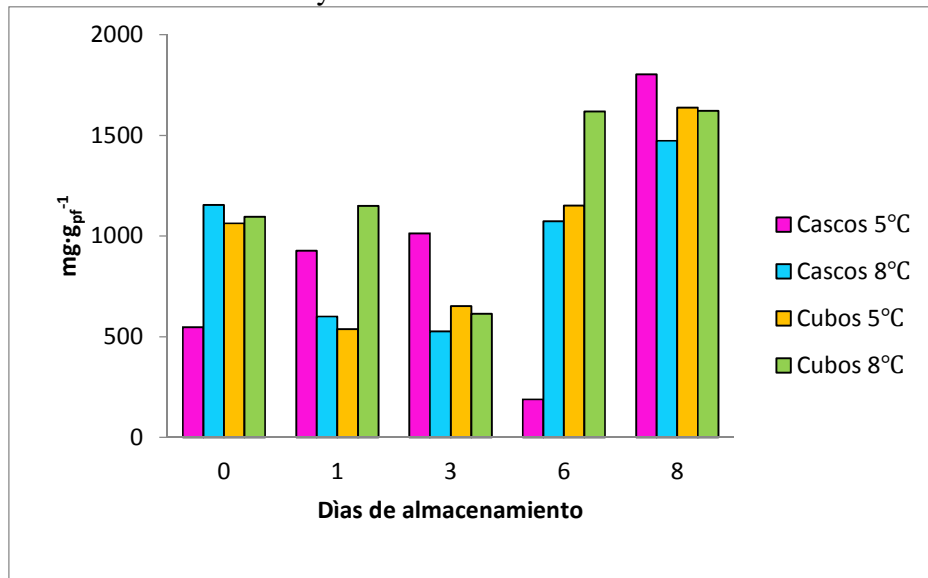
Cuadro VII. Concentración de Ácido Cítrico en peras var. Packham's Triumph MPF y almacenadas durante 8 días.



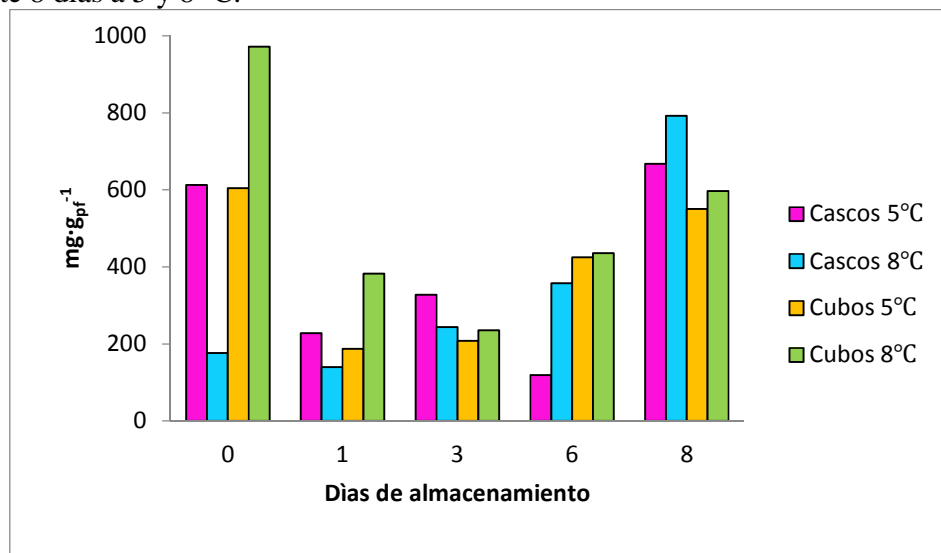
Cuadro VIII. Concentración de fructosa en peras var. Packham's Triumph MPF y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro IX. Concentración de glucosa en peras var. Packham's Triumph MPF y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro X. Concentración de sacarosa en peras var. Packham's Triumph MPF y almacenadas durante 8 días a 5 y 8° C.



Cuadro XI. Evolución del contenido relativo de compuestos aromáticos volátiles de pera var. Packham's Triumph MPF conservados 8 días a 5 y 8° C.

