

Efecto del quiebre de temperatura en almacenaje refrigerado sobre la conservación y calidad organoléptica de paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en tres tiempos de almacenaje y en dos estados de madurez.

**Pietro Canessa Fernández**

**Profesor Guía:** Sr. Pedro Undurraga Martínez

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto quiebres de temperatura durante el almacenaje de fruta de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, debido al desconocimiento que se tiene acerca del comportamiento de esta fruta, frente a posibles fallas en los sistemas de refrigeración.

Los ensayos se realizaron con fruta de la Estación experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. La parte experimental se realizó en los laboratorios de Postcosecha de esta Universidad. Se utilizó fruta con distintos estados de madurez (10 a 12% de aceite y 13 a 15% de aceite). En cada estado de madurez se realizaron tres ensayos, a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado. La palta una vez cosechada fue pesada y marcada, para luego ser introducida en la cámara de almacenaje a 7°C y 90-95 % de humedad relativa. Los tratamientos fueron: testigo, un quiebre de temperatura por un día a 15°C, un quiebre de temperatura a 25°C por un día, un quiebre de temperatura por 2 días a 15°C y un quiebre de temperatura por dos días a 25°C, todos los quiebres se realizaron el día 15 de almacenaje. En cada fecha de evaluación (salida del almacenaje refrigerado y al momento de la evaluación sensorial) se analizaron las siguientes variables: porcentaje de pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión, color de epidermis, desórdenes fisiológicos y daños patológicos. Se efectuaron paneles sensoriales en cada ensayo, donde luego de retirada la fruta del almacenaje refrigerado tuvo un período de ablandamiento a temperatura ambiente.

Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, no superiores a dos días con temperaturas de hasta 15°C, no producen una disminución en la vida de postcosecha y calidad final con fruta con 10-15% de aceite, hasta los 30 días de almacenaje a 7°C y con un 90-95% de humedad relativa. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, por entre uno y dos días a 25°C producen una mayor pérdida de peso con fruta con 10-15% de aceite, con una duración de almacenaje de 20, 25 y 30 días. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, por dos días a 25°C tienden a provocar un ablandamiento más acelerado una vez las paltas han sido retiradas de éste, lo que reduce el tiempo de comercialización. Los quiebres de frío no provocaron un efecto en el ángulo de tono, en cambio se observó una tendencia del croma y la luminosidad a disminuir, con quiebres de dos días y a 25°C, producidos a los 15 días de almacenaje. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje con temperaturas de hasta 25°C y no mayores a dos días, no provocan la aparición de patógenos y desórdenes fisiológicos.

**Author:** Pietro Canessa Fernández

**Advisor:** Sr. Pedro Undurraga Martínez

### **Abstract**

The purpose of this work is to evaluate the effect of breaks of temperature during the storage of avocado fruits (*Persea americana* Mill). cv. Hass, because nowadays we don't know the behavior of this fruit in front of fails during the cold chain.

The experiment was made with fruit from the experimental station La Palma of the Agronomy Faculty of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. The experimental part was made in the Postharvest's laboratories of this University. Fruit with different states of maturity was used (10 to 12% of oil and 13 to 15% of oil). For each state of maturity were made three tests, at day 20, 25 and 30 of cooled storage. The fruit after been harvested was weighted and marked and then introduced into a cool storage camera with 7°C and 90-95% of relative humidity. The treatments were: control, one break of temperature for one day with 15°C, one break of temperature for one day with 25°C, one break of temperature for two days with 15°C and one break of temperature for two days with 25°C, every break of temperature was made the day fifteen of cooled storage. In every date of evaluation were analyzed the following variables: percent of lost of weight, resistance to pressure of the pulp, color of the epidermis, physiological disorders and pathogens damages. In addition were made sensorial panels for each test after the fruits were been retired from the cooled storage camera and had a softening period in ambient temperature.

The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage, with temperatures at 15°C, not longer than two days do not produce decrease in the post harvest life and final quality with fruta harvested with 10-15 % of oil, up to 30 days of storage at 7°C and with 90-95 %of relative humidity. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage with 25°C of temperature and with a length between one and two days produce a large lost of weight with fruit harvested with 10-15 %of oil, with a length os estorange of 20, 25 and 30 days at 7°C and 90-95 % of relative humidity. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage at 25°C in two days have the tendency to produce a faster softening once the avocados had been withdrawn from the storage , which reduce the comercialisation time. The breaks of temperature did not produce any effect in te angle tone, but we notice a tendency of the chroma and luminosity to decrease with breaks of temperature fot two days at 25°C, produced at 15 days de storage. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage, with temperatures aup to 25°C, not longer than two days do not produce an appearance of pathogens damage and physiological disorders.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Chile se ha producido un considerable aumento en exportación de paltas, principalmente por los buenos precios que alcanza en el extranjero, encontrándose nuestro país entre los cinco principales productores del mundo, con una producción de más de 100.000 ton anuales, cifra que en los próximos años debiera sobrepasar las 140.000 ton (ODEPA, 2004).

Se espera, que cuando las plantaciones jóvenes se encuentren en plena producción, existirá una sobre oferta, por lo cual, será importante diversificar las exportaciones; siendo Europa y Japón mercados interesantes para Chile, como se observó en la temporada pasada, en donde las exportaciones de palta al viejo continente sufrieron un incremento relativo del 59 % (ASOEX, 2004).

En el escenario del posible aumento en las exportaciones a mercados más lejanos, se torna de suma importancia conocer los efectos de fallas que pudieran existir en los sistemas de almacenaje, en cuanto a la duración de la vida de postcosecha y la calidad organoléptica que la fruta pueda alcanzar.

Ensayos realizados por MUÑOZ *et al.* (1998) señalan que alzas de temperaturas producidas en el almacenaje de mango provocarían un ablandamiento mas acelerado, un aumento en la pérdida de peso y una aceleración en el cambio de color.

En este aspecto, en Chile, para palta, no se dispone de información sobre el efecto de quiebres de frío en la cadena refrigerada .

De acuerdo a lo anterior se plantea que quiebres de frío producidos en almacenaje refrigerado en palta (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass, reducirían la vida de postcosecha y calidad final de la fruta.

### 1.1. Objetivos:

#### 1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la duración y temperatura del quiebre de frío, sobre la vida útil y calidad final de palta (*Persea americana* mill.), cv. Hass, cosechada con dos estados de madurez a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado.

#### 1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de dos tiempos de duración de quiebres de frío a dos temperaturas diferentes sobre el tiempo de almacenaje y calidad aparente de paltas cv. Hass cosechada con dos estados de madurez a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado.

- Evaluar como influyen los tiempos de duración y temperatura de quiebres de frío en la calidad organoléptica final que adquiere la fruta cosechada con dos estados de madurez a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descripción y desarrollo del fruto:

El fruto de palta cv. Hass es de forma oval y asimétrico, con un peso promedio que fluctúa entre 180 y 280 g, el cual alcanza su maduración con un porcentaje de aceite que varía entre un 22 a 23% (CALABRESE, 1992). La semilla es pequeña, esférica y adherida a la pulpa (BERGH, 1992). La piel es inicialmente de color verde y después al madurar cambia a negro, es gruesa y rugosa (SOTOMAYOR, 1992).

Una de las características más sobresalientes de la palta, es que no se ablanda en el árbol, sino que lo hace solamente después de su recolección (ÁLVAREZ, 1974; ZAUBERMAN, SHIFFMANN-NADEL y YANKO, 1977). Es así, como a lo largo de dos meses de cosecha, los valores de resistencia de la pulpa a la presión difieren en ocasiones en menos de una libra (BERGER y GALLETI, 1987).

### 2.2. Índice de cosecha

Aun cuando el porcentaje de aceite resulta ser el mejor indicador de la madurez de la palta, las técnicas para determinarlo son caras y engorrosas. Por lo anterior y como señala REÍD (1992), la medición en forma directa del contenido de aceite ha sido reemplazada por una indirecta, como la determinación del porcentaje en peso seco.

El contenido de aceite es posible estimarlo a través de la humedad, debido a que existe una gran correlación entre estas dos variables, que está ampliamente demostrado, y tiene un comportamiento inversamente proporcional, ya que a medida que se incrementa el contenido de aceite se produce una disminución del contenido de humedad. Esta correlación inversa entre el contenido de aceite y humedad, es posible expresarla a través de una Ecuación de Regresión Simple (Cuadro 1) (ESTEBAN, 1993).

CUADRO 1. Ecuaciones de regresión lineal simple usadas para determinar el porcentaje de aceite a través del porcentaje de humedad, para las variedades de palta Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass.

Variedad	Ecuación de regresión simple	(R) <sup>2</sup>
Negra de la Cruz	$Y = 106.4617 - 1.1592 * X$	0.97
Bacon	$Y = 112.9297 - 1.3133 * X$	0.95
Edranol	$Y = 83.1686 - 0.9495 * X$	0.98
Hass	$Y = 53.4838 - 0.5767 * X$	0.98

Y = porcentaje de aceite. X = porcentaje de humedad.

Fuente: ESTEBAN, 1993.

El cultivar Hass, presentó un sabor agradable con cosechas realizadas a fines de octubre, con niveles de aceite de un 11 por ciento y de materia seca de un 26 por ciento. Los mejores sabores se lograron con cosechas realizadas a fines de diciembre, con niveles de aceite de un 15 por ciento y materia seca de un 32 por ciento. Los resultados anteriores concuerdan con lo obtenido por MARTÍNEZ (1984), donde el mínimo de aceite y materia seca para lograr un sabor agradable era de un 10 y un 26 por ciento, respectivamente (ESTEBAN, 1993).

Según OLAETA y UNDURRAGA (1995) la cosecha en la variedad Hass no debe efectuarse con un contenido de aceite inferior a 10,9.

### 2.3. Almacenaje refrigerado:

Según BERGER (1996) las temperaturas que deberían usarse para aumentar la vida en almacenaje de la palta están restringidas por el daño por frío. Por esto, se han utilizado medios adicionales para disminuir de la tasa respiratoria, y por consiguiente retrasar la maduración.

Al respecto UNDURRAGA y OLAETA (2003), señalan que es recomendable utilizar una temperatura de almacenaje de  $6 \pm 1$  °C en fruta con un 9 % de aceite o 22-23 % de materia seca, en el caso del cv. Hass, con esto se logra un almacenaje por 30 días o más, con un buen período de comercialización posterior.

La temperatura recomendada es de 5 a 7°C para el almacenaje de paltas de variedad Hass (FAUBION *et al.*, 1991; ALIQUE y ZAMORANO, 1998; VUTHAPANICH y HOFMAN, 1998).



## 2.4. Factores que influyen en el deterioro:

### 2.4.1. Respiración

La palta presenta una fisiología característica, su respiración en un momento determinado alcanza un peak, luego comienza a producirse la maduración y senescencia, debido a este proceso se habla de que es un fruto climactérico (MILNE, 1998).

Las reservas alimenticias proporcionan la energía para mantener el estado viviente del fruto luego de la cosecha, un agotamiento de éstas reservas provocan la senescencia, causando un deterioro en la calidad organoléptica, pérdida del valor nutritivo y una considerable pérdida en el peso seco vendible (ARPAIA, 1988).

La palta es una fruta que posee una alta tasa respiratoria si se compara con manzanas, cítricos, uvas o kiwi, y por lo tanto, genera más calor que estas frutas en almacenaje; también, si se compara el cultivar Hass con el cultivar Fuerte, el primero tienen una mayor tasa respiratoria que el segundo (MILNE, 1998).

### 2.4.2. Deshidratación

La pérdida de agua en las frutas se ve influenciada por la naturaleza de su piel y la permeabilidad al intercambio gaseoso, ya que esta pérdida se produce principalmente

vía cutícula, o a través de estomas, lenticelas y heridas (MITCHEL y DINAMARCA, 1988).

La pérdida de agua por parte de la fruta se ve afectada por factores como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, presencia de ceras o cubiertas, entre otros. La cantidad de agua perdida por los factores anteriormente mencionados, influye considerablemente en la calidad final del fruto (MILNE, 1998).

#### 2.4.3. Etileno

El etileno es un regulador de crecimiento producido principalmente en las flores, frutos y semillas (REYBERT y FURLANI, 1995). Según ABELES *et al.* (1992) citado por REYBERT y FURLANI (1995), la síntesis de etileno se ve afectada por la temperatura, ya que esta actúa sobre las enzimas relacionadas, siendo el rango óptimo de producción entre 25°C y 30°C. Temperaturas superiores o inferiores a este rango producen una reducción del nivel de etileno, siendo éste el mínimo cuando las temperaturas son cercanas a 0° y a 40°C.

En la maduración de los frutos climactéricos, el etileno cumple un rol fundamental, ya que es capaz de establecerse en concentraciones fisiológicamente activas en los espacios intercelulares del fruto (BERGER, 1996).

En paltas, la tasa de producción de etileno varía entre 10 y 100  $\mu$  I C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg. por hr. (REID, 1992).

Para que ocurra el proceso de maduración, se requiera de una presencia continua de etileno. En ensayos realizados se observa que una vez cosechado el fruto, no existe una respuesta clara al etileno. Éste fenómeno se explicaría por la acción de un inhibidor endógeno presente en el fruto cuando se encuentra en el árbol, cuya acción permanece por aproximadamente 24 horas luego de realizada la cosecha (MILNE, 1998). El rango de concentración de etileno requerido para la maduración de la mayoría de los frutos es de 0.1-1 ppm, este valor para el fruto de palto corresponde a 0.1 ppm (REID, 1992).

#### 2.4.4. Daños patológicos

Las pudriciones fungosas de postcosecha están asociadas a daños mecánicos en la cosecha, uso de altas temperaturas y al embalaje con polietileno (PERALTA, 1979). Según KADER (1988) las paltas se pueden ver afectadas por uno o más patógenos. Señala a *Dothiorella gregaria*, probable estado sexual de *Botryosphaeria ribis* como una pudrición de postcosecha en paltas en California; *Antracnosis sp.* con mayor ocurrencia en zonas húmedas al sur de Florida; *Diplodia natalesis* y *Phomopsis citri* también se presenta en zonas más húmedas.

En Chile, estudios realizados por MORALES, BERGER y LUZA (1979) permitieron aislar con frecuencia *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* y *Colletotrichum gloeosporioides*. La sintomatología que presentan los frutos dañados por *Penicillium expansum* es una pudrición blanda húmeda, con la presencia de un micelio blanco, el que posteriormente se cubre de conidias de color verde azulado. Este daño es común en la pulpa y ocasionalmente se presenta en la zona pedicelar. Este hongo penetra sólo por las heridas. Por otro lado, SALAS (1990) estableció que el micelio de la piel

del fruto correspondió a *Altemaria sp.*, el cual fue el causante de las pudriciones observadas por VALDIVIESO (1987). También determinó que el micelio presente en el pedúnculo de las paltas correspondió a *Penicillium sp.* y *Fusarium sp.*

En el caso de *Botrytis cinerea*, éste penetra en forma directa. El daño se manifiesta como una pudrición blanda húmeda, generalmente a la salida del almacenaje refrigerado (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

Los síntomas producidos por el ataque de *Colletotrichum gloesporioides* es usualmente una decoloración de la epidermis en forma circular, que posteriormente se torna mas oscura. Este hongo afecta la pulpa, pudiendo alcanzar hasta la semilla. Se cree que se establece sobre el fruto, mayoritariamente en las lenticelas como una infección latente; si el fruto está maduro, el patógeno penetra por heridas mecánicas o causadas por insectos. Se presenta en todas las variedades de paltas (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

#### 2.4.5. Daños físicos

Éstos pueden deberse a maltratos en los productos frescos. Los machucones y otras heridas producen un aumento en los niveles de etileno, lo que puede aumentar la tasa respiratoria, iniciar una maduración más acelerada de la fruta o causar problemas de deterioro en la apariencia (REYBERT y FURLANI, 1995).

Los machucones dañan las barreras naturales que posee la fruta, ubicadas sobre la epidermis de ésta, aumentando la pérdida de agua y la probabilidad de ingreso de organismos de pudrición (MITCHEL y DINAMARCA, 1988).

#### 2.4.6. Desórdenes fisiológicos

Cuando se produce una alteración en el tejido del fruto que no es producto de un daño mecánico ni por la presencia de patógenos, estamos en presencia de un desorden fisiológico, el cual es producido por la deficiencia de algún nutriente o por encontrarse a temperaturas inadecuadas o composición atmosférica adversa (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995).

EAKS (1976), citado por AGUIRRE (1994), observó que existe una relación entre el tiempo y temperatura de almacenaje en la incidencia de desórdenes fisiológicos asociados a daños por frío en frutos de palto. Temperaturas entre 0°C y 10°C durante el almacenaje por períodos relativamente largos, siempre provocaran daños por frío (ZAUBERMAN *et al.*, 1977)

En el caso de la palta, los daños por frío, que si bien se pueden presentar durante el almacenaje refrigerado, en la mayoría de los casos se expresan o intensifican luego de trasladada la fruta a temperatura ambiente (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995).

Según estos autores, los principales daños fisiológicos producidos por un almacenaje a temperaturas bajo el rango correspondiente son pardeamiento externo, pardeamiento de pulpa, manchas de pulpa y pardeamiento vascular.

El pardeamiento externo se observa a los pocos días de estar la fruta almacenada a temperaturas muy bajas, en la zona distal del fruto aparecen manchas oscuras en la piel, irregulares y claramente delimitadas las cuales no penetran a la pulpa (BERGER, 1996).

El pardeamiento de pulpa se produce en la zona amarilla, una coloración difusa pardo grisácea o parda, extendiéndose desde la porción distal adyacente a la semilla, comprometiendo toda la pulpa en casos severos. Las manchas de pulpa se producen en la zona amarilla al igual que el pardeamiento de pulpa, con la diferencia de que éstas están claramente delimitadas y son de color pardo o gris claro a pardo oscuro, estas manchas son visibles al ser cortada la fruta y aumentan a medida que transcurre el tiempo de exposición al aire (BERGER, 1996).

El pardeamiento vascular se manifiesta al cambiar los haces vasculares su color verde claro amarillento a pardo claro o negro. Estos síntomas se observan luego del corte de la fruta en la porción distal como un punteado, pero en casos más severos se puede visualizar el cambio de color en toda la pulpa. A medida que avanza el tiempo luego del corte, el cambio de color se observa más fácilmente (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995; BERGER, 1996).

## 2.5. Quiebre de temperatura:

### 2.5.1. Especies caducifolias

Trabajos realizados en ciruela japonesa cv. Casselman por GODOY *et al.* (1998), donde se realizaron dos tratamientos, el primero consistió en mantener la fruta durante 50 días a 0°C (testigo), y el segundo en un alza de temperatura (0 °C durante 10 días + 7°C por 10 días + 0°C durante 30 días). El autor señala que al finalizar el ensayo (día 50), no se encontraron diferencias en la firmeza de la pulpa y en la deshidratación, esta última en ambos casos fue menor al 2 %.

### 2.5.2. Especies de hoja persistente

En el cultivo del mango cv. Piqueño, MUÑOZ *et al.* (1998) realizó diferentes tratamientos, uno consistió en un alza de temperatura (6°C por 10 días + 13°C durante 10 días + 6°C durante 10 días) y otro en mantener la fruta durante 30 días a 6°C.

En ambos tratamientos la resistencia de la pulpa a la presión inicial fue de 6,7 kg, la cual fue variando a través del tiempo, hasta llegar al día 30 con grandes diferencias, pues el tratamiento con alza de temperatura presentó una menor resistencia de la pulpa (1,5 kg) respecto del tratamiento de temperatura constante (5 kg), lo que indica según el autor que el ablandamiento depende de la temperatura.

Con respecto al cambio de color de la epidermis, MUÑOZ *et al.* (1998), señala que el tratamiento de temperatura constante al cabo del período de almacenaje alcanzó un color verde amarillento, en cambio el tratamiento de alza de temperatura presentó un color amarillo. En cuanto al color de la pulpa, el autor señala que el tratamiento de alza de temperatura presenta un mejor color de pulpa, lo cual indicaría que la temperatura también influye en el cambio de color que presenta el fruto.

En cuanto a la deshidratación expresada como pérdida de peso, se puede decir que el tratamiento de alza de temperatura presenta una pérdida de peso mayor a partir del día 10, esta discrepancia continuó hasta el final del ensayo, aunque las diferencias no fueron significativas.

En relación a los quiebres de temperatura en frutos de palto, se puede señalar que actualmente no se dispone de información en Chile al respecto.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en el Laboratorio de Postcosecha e industrialización de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la comuna de Quillota, V Región, Chile (latitud 32°53` Sur y longitud 71° 13` Oeste). La fruta utilizada para los diferentes ensayos se obtuvo de la Estación Experimental “La Palma” (ubicada en el mismo lugar) perteneciente a esta universidad.

Se utilizó fruta cosechada con dos estados de madurez (10 a 12% de aceite y 13 a 15% de aceite), los cuales fueron determinados por el método descrito por ESTEBAN (1993) para la variedad Hass. Para cada estado de madurez, se realizaron tres ensayos a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado. Para cada ensayo se utilizó 50 frutas (diez frutas por tratamiento, cinco para realizar las mediciones a la salida del almacenaje y cinco para el análisis sensorial). La fruta con estado de madurez de 10 a 12% de aceite fue cosechada el día 26 de octubre del año 2004 y la de 13 a 15% de aceite fue cosechada el día 18 de enero del año 2005.

La recolección de fruta se realizó al azar desde dos árboles previamente marcados, tomando fruta homogénea de todas las partes del árbol. La fruta fue cosechada con pedúnculo, el que se rebajo aproximadamente a un cm al momento de introducirlas en las cajas, todos los cortes se realizaron con tijera cosechera. La fruta una vez cosechada (homogénea y sin presencia de russet ni golpe se sol) fue pesada y marcada, para luego ser introducida en la cámara de almacenaje refrigerado a  $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y 90-95 % de humedad relativa.

Los quiebres de frío para todos los ensayos se realizaron al día 15 de almacenaje refrigerado. Dichos quiebres de frío se realizaron en pequeñas cámaras (1 m x 1 m x 1,5 m aproximadamente) ubicadas en la ante sala de las cámaras de frío, y las temperaturas fueron controladas a través de un termostato incorporado en la fuente de calor, además de un monitoreo constante durante la realización de los quiebres.

En cada ensayo, considerando el tiempo de almacenaje se realizaron cinco tratamientos, donde se combinaron las siguientes variables: duración y temperatura del quiebre de frío (Cuadro 2).

CUADRO 2. Tipo de quiebre de frío realizado a las paltas para cada tratamiento según la duración y la temperatura del quiebre, en cada ensayo.

Tratamientos	Duración del quiebre de frío	Temperatura del quiebre °C
1	Sin quiebre	-
2	1 día	15±1
3	1 día	25±1
4	2 días	15±1
5	2 días	25±1

### 3.1. Evaluación:

Para cada ensayo se evaluó el comportamiento de la fruta en almacenaje refrigerado tomando en cuenta la resistencia de la pulpa a la presión, pérdida de peso, ángulo de tono, croma, luminosidad y calidad organoléptica.

### 3.1.1. Resistencia de la pulpa a la presión

En cada ensayo, la medición de la resistencia de la pulpa a la presión se realizó inmediatamente después de retiradas las paltas del almacenaje refrigerado, en cinco frutas por tratamiento, y al momento del análisis sensorial con cinco frutas más. La medición se efectuó a ambos lados de la zona ecuatorial del fruto y se obtuvo un promedio por repetición. El presionómetro que se utilizó fue el mismo utilizado por OPAZO (2000) de marca Effige de vástago 5/16". Las mediciones se expresaron en kilogramos.

### 3.1.2. Pérdida de peso

Para la medición de la pérdida de peso, cinco frutos fueron pesados por tratamiento, al inicio de cada ensayo y posteriormente en cada fecha de evaluación (salida de la cámara y al momento de realizar la evaluación organoléptica), expresándose el resultado en gramos, los que se transformaron luego en porcentaje de pérdida de peso.

### 3.1.3. Color

La cuantificación apropiada de los datos de la colorimetría de triestímulo se basa sobre funciones trigonométricas. Sustentado en una rueda del color de 360°, con el color rojo-púrpura colocado tradicionalmente en el lado derecho, en el ángulo de 0°; amarillo en 90°, verde-azulado en 180° y azul en 270°.

En el caso del color, éste se dividió en tres parámetros: ángulo de tono ( $h^*$ ), croma ( $C^*$ ) y luminosidad ( $L^*$ ). Éstos se midieron con un colorímetro marca Minolta CR-200, el cuál determina tres valores a, b y luminosidad. En el caso de la luminosidad, el coeficiente esta en una escala de 0 a 100, donde el negro es igual a 0 y el blanco es igual a 100. Los valores a y b fueron utilizados para determinar croma y ángulo de tono, a través de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Croma (saturación o intensidad de color)} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$h(\text{ángulo}) = ((\arctan b/a)/6.2832) * 360^\circ$$

Este resultado, en el caso de que  $a > 0$  y  $b \geq 0$ , el ángulo de tono =  $h$ ; si  $a < 0$  y  $b \geq 0$ , el ángulo de tono =  $h + 180^\circ$ ; si  $a < 0$  y  $b < 0$  entonces el ángulo de tono =  $h + 180^\circ$ ; y por ultimo, si  $a > 0$  y  $b < 0$ , el ángulo de tono =  $360^\circ + h$  (MCGUIRE, 1992).

La medición se realizó en ambos lados de la zona ecuatorial del fruto (una vez que la fruta fue retirada de la cámara refrigerada y al momento del análisis sensorial), utilizándose la media entre ambos valores.

#### 3.1.4. Calidad organoléptica

Se determinó la calidad organoléptica de la fruta mediante un análisis sensorial utilizando el método de la escala hedónica. Se midieron condiciones de agrado y desagrado en forma de una escala de ordenamiento, determinando atributos como color de la pulpa, sabor y consistencia.

Esta evaluación se realizó una vez que el 50% de las frutas de los tratamientos alcanzó la madurez de consumo (resistencia de la pulpa a la presión menor a 1 kg). La cual se verificó con presionómetro. Además se midió el tiempo en el que se alcanzó esta madurez en días.

La evaluación fue realizada por cinco jueces no entrenados, quienes probaron la fruta al azar. Cada juez emitió una opinión de acuerdo a la siguiente escala:

Me agrada mucho	1
Me agrada	2
Indiferente	3
Me desagrada	4
Me desagrada mucho	5

En el caso de la consistencia se utilizó la siguiente escala:

Muy firme	1
Firme	2
Intermedia	3
Blanda	4
Muy blanda	5

### 3.1.5. Desórdenes fisiológicos y presencia de patógenos

Para evaluar desórdenes fisiológicos y presencia de patógenos, la medición se realizó visualmente sobre la base de presencia o ausencia de éstos y caracterizando el tipo de desorden o el tipo de patógeno. Para ello, los frutos fueron cortados por la mitad en sentido longitudinal, se evaluaron a salida de la cámara y al momento de la evaluación de la calidad organoléptica.

### 3.2. Diseño experimental:

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, donde la unidad experimental fue una palta y con cinco repeticiones. Se consideró a los tratamiento como un factor independiente, debido a que este tipo de ensayos no permiten utilizar un análisis de varianza multifactorial. El análisis de varianza se realizó a través de la prueba F de Fisher. En el caso de existir diferencia entre los tratamientos se realizó la separación de medias mediante el Test de Tukey. ( $p \leq 0,05$ ).

Las variables cualitativas (análisis sensorial) fueron analizadas mediante el Test no paramétrico de Freadman ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

##### 4.1. Efecto del quiebre de frío sobre fruta con un índice de madurez del 10 a 12% de aceite:

###### 4.1.1. Resistencia de la pulpa a la presión

En el análisis de este parámetro a la salida de almacenaje, se determinó que no existe un efecto significativo entre los tratamientos, en todos los ensayos (Cuadro 3). En general, las paltas superaron los límites de detección del presionómetro, por lo que se registró el mayor valor, el que corresponde a 12,24 kg. A diferencia de lo ocurrido a OPAZO (2000), en donde las paltas evaluadas a los 30 días con un almacenaje a  $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  y un índice de madurez de 9% a 11% de aceite, presentaron una presión de pulpa de 5,94 kg.

Es posible que una mayor duración del quiebre de frío, y una mayor temperatura de éste, produzca una maduración más acelerada, debido a un aumento del metabolismo que generaría mayor concentración de etileno, y aumento en la actividad de las enzimas pectinmetilesterasa y poligalacturonasa, que provocarían una disminución acelerada en la resistencia de la pulpa a la presión. Al respecto, ABELES (1992) citado por REYBERT y FURLANI (1995), señala que la temperatura afecta la síntesis de etileno, ya que actúa sobre las enzimas relacionadas, siendo el rango óptimo de producción entre  $25^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ .

CUADRO 3. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la resistencia de la pulpa de palta a la presión a salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con fruta cosechada con 10% a 12 % de aceite.

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refrig. (kg)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refrig. (kg)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refrig. (kg)
Testigo	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 15 °C 1 día	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 25 °C 1 día	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 15 °C 2 días	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 25 °C 2 días	12,24 a	11,93 a	12,24 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Para el caso del análisis de la resistencia de la pulpa a la presión al momento de la evaluación sensorial, se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en los ensayos, con las paltas retiradas el día 20 y 25 del almacenaje refrigerado. El ensayo con paltas retiradas el día 30 del almacenaje refrigerado, no presentaron un efecto significativo entre los tratamientos (Cuadro 4).

En el ensayo con 25 días de almacenaje refrigerado, los tratamientos con quiebre de frío, a 25°C por uno y dos días y el tratamiento con quiebre de frío a 15°C por dos días, presentaron un mayor ablandamiento en comparación al testigo. En cambio, en el ensayo con 20 días de almacenaje refrigerado solo hubo diferencias significativas entre el tratamiento con quiebre de frío a 25°C por dos días, éste presentó el mayor ablandamiento, y el tratamiento con quiebre de frío por un día a 15°C, presentó el menor ablandamiento. Esto puede ser explicado debido al alza de temperatura que sufrió la fruta producto de los quiebres mas intensos en temperatura y duración, la que provoca un aumento en la generación de etileno, el cual incitaría una aceleración de la madurez, lo que puede expresarse especialmente en palta a través de una disminución en la resistencia de la pulpa a la presión. Al respecto ZAUBERMAN, SHIFFMANN-NADEL y YANKO, (1977), señalan que se necesita un período a



temperatura ambiente de 18°C para producir ablandamiento en frutos de palto almacenados a 5 y 8°C; lo cual coincidiría con la presente investigación.

CUADRO 4. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la resistencia de la pulpa de palta a la presión al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con fruta cosechada con 10% a 12 % de aceite.(El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refr. (14) (kg)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refr. (12) (kg)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refr. (10) (kg)
Testigo	0.49 ab	0.20 a	0.32 a
Quiebre a 15 °C 1 día	0.61 a	0.18 ab	0.23 a
Quiebre a 25 °C 1 día	0.53 ab	0.13 b	0.23 a
Quiebre a 15 °C 2 días	0.45 ab	0.15 b	0.19 a
Quiebre a 25 °C 2 días	0.42 b	0.14 b	0.24 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.2. Pérdida de peso

En este análisis, el porcentaje de pérdida de peso a la salida del almacenaje, se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos. Como se observa en la Figura 1, los mayores porcentajes de pérdida de peso se produjeron en los tratamientos que poseían una mayor temperatura del quiebre de frío (25°C). Esto se debe básicamente al proceso de transpiración, que se ve acrecentado por la disminución de la presión de vapor por efecto de la temperatura de la atmósfera externa que rodea el fruto como señala MILNE (1997), lo cual coincide con AGUIRRE (1994), quien señala que la deshidratación se debe principalmente a la pérdida de agua por transpiración.

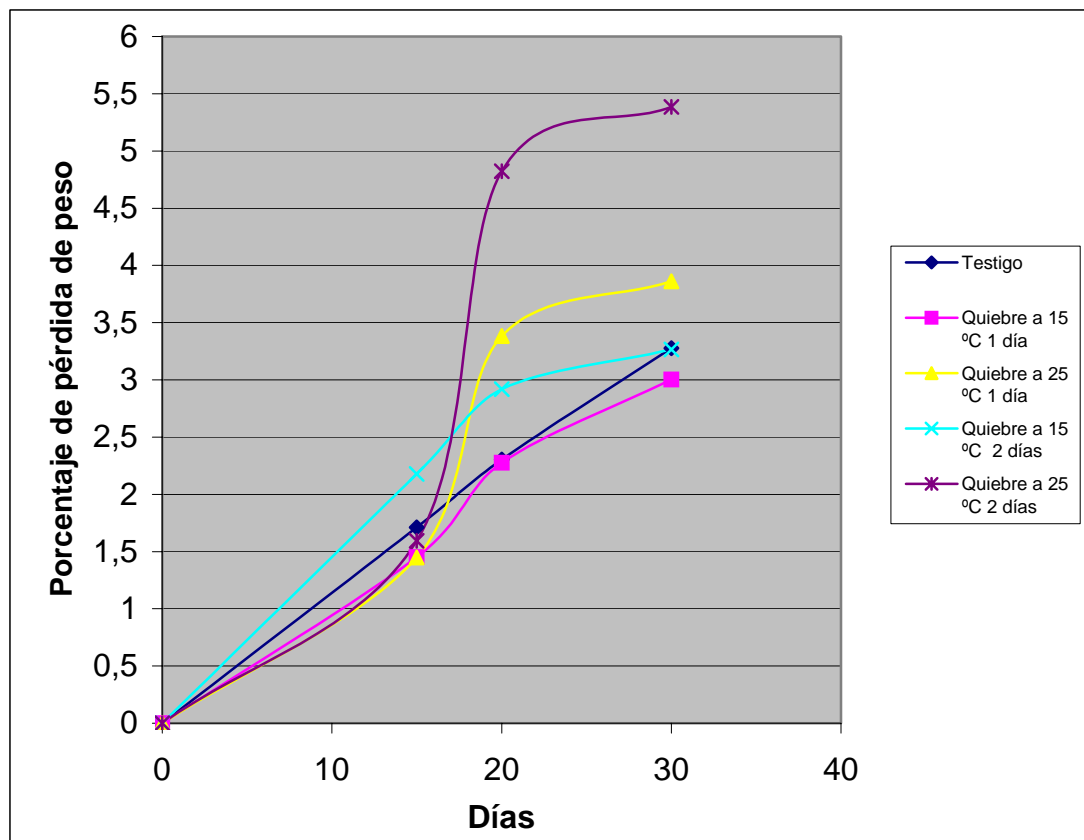


FIGURA 1. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la evolución del porcentaje de pérdida de peso de paltas cv. Hass. con fruta cosechada con 10% a 12 % de aceite. (estas curvas se obtuvieron midiendo las mismas frutas en cada una de las fechas de evaluación).

El factor tiempo de almacenaje no fue analizado estadísticamente, sin embargo, se aprecia en la Figura 1, que la pérdida de humedad aumentó a medida que transcurrió éste. Este efecto también fue registrado por OPAZO (2000) y ÁNGULO (1999), en el cv. Hass.

En el porcentaje de pérdida de peso al momento del análisis sensorial (Cuadro 5), se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos sólo en el ensayo con 20 días de almacenaje refrigerado, en el cual los tratamientos con quiebre de frío a 25°C, por uno y dos días, presentaron el mayor porcentaje de pérdida de peso en comparación al quiebre de frío a 15 °C por un día. Ésto indica que una vez que las paltas han sido retiradas del almacenaje refrigerado, las diferencias de los porcentajes de pérdida de peso tienden a disminuir entre los tratamientos. Ésto se debe a que la fruta que contiene un menor porcentaje de humedad retiene ésta con mas fuerza, disminuyendo su transpiración.

Aún cuando en la mayoría de los quiebres de frío se presentaron mayores niveles de pérdida de peso que el testigo, sólo superaron el valor crítico del 10% señalado por MORALES, BERGER y LUZA (1979), (quienes indican que este valor afectaría el aspecto de la fruta), cinco promedios en el total de los ensayos. Esto no se vio reflejado en el análisis sensorial, ya que la fruta en madurez de consumo presentó una apariencia externa e interna agradable e indiferente, sin síntomas de deshidratación, probablemente, por cuanto los niveles fueron sólo levemente superior al valor crítico.

CUADRO 5. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el porcentaje de pérdida de peso al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refr. (14) (%)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refr. (12) (%)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refr. (10) (%)
Testigo	8.45 ab	8.35 a	10.76 a
Quiebre a 15 °C 1 día	7.63 a	9.33 a	9.55 a
Quiebre a 25 °C 1 día	10.20 b	9.41 a	8.51 a
Quiebre a 15 °C 2 días	8.06 ab	9.61 a	10.29 a
Quiebre a 25 °C 2 días	10.37 b	10.99 a	9.98 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.3. Ángulo de tono

En este parámetro no hubo un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos (Cuadro 6), tanto a salida de la cámara refrigerada, como en el momento del análisis sensorial. Esto se puede deber a que los quiebres de frío no fueron lo suficientemente intensos en temperatura y duración, para lograr una mayor actividad de la clorofilasa, enzima encargada de la degradación de la clorofila, ésta es la responsable del color verde de los frutos. Al respecto BERGER (1989), señala que la temperatura de almacenaje es una de las mejores herramientas que se dispone en postcosecha para disminuir la actividad enzimática, y con ello manejar los procesos de cambio de color, el cual se incrementaría con el aumento de las temperaturas.

En este caso, los promedios de los ángulos de tono a la salida del almacenaje se encuentran entre el color amarillo ( $90^\circ$ ) y verde-azulado ( $180^\circ$ ) (Cuadro 6), al igual que lo determinado por OPAZO (2000), con fruta con un índice de madurez entre 9%

y 11% de aceite. A medida que la fruta va madurando en la variedad Hass, el ángulo de tono se desplaza al cuadrante anterior, es decir, entre amarillo (90°) y rojo-púrpura (0°), como se observa en el ángulo de tono de la fruta en el momento del análisis de la calidad organoléptica (Cuadro 7). Al respecto MADRID, BORONAT y ROSAURO (1998) señalan que los pigmentos estarían ligados al proceso de maduración, dando lugar a cambios típicos de color durante ésta, lo cual explicaría el cambio en los ensayos.

**CUADRO 6.** Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el ángulo de tono a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite.

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	126.32° a	125.81° a	123.28° a
Quiebre a 15 °C 1 día	127.87° a	125.46° a	127.28° a
Quiebre a 25 °C 1 día	126.51° a	126.31° a	127.60° a
Quiebre a 15 °C 2 días	127.19° a	126.60° a	117.10° a
Quiebre a 25 °C 2 días	117.76° a	101.99° a	126.23° a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**CUADRO 7.** Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el ángulo de tono al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refr. (14)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refr. (12)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refr. (10)
Testigo	41.68° a	45.82° a	49.50° a
Quiebre a 15 °C 1 día	51.70° a	34.00° a	44.76° a
Quiebre a 25 °C 1 día	37.15° a	36.39° a	44.37° a
Quiebre a 15 °C 2 días	32.60° a	45.34° a	49.96° a
Quiebre a 25 °C 2 días	35.45° a	42.23° a	35.28° a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.4. Croma (Saturación o intensidad del color)

En el análisis de esta evaluación a la salida del almacenaje, se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en los ensayos con 20 y 25 días de almacenaje refrigerado, en donde el croma más bajo lo presentó el tratamiento con quiebre de frío a 25°C por dos días, el que solo mostró diferencias significativas con el tratamiento con quiebre de frío por un día a 15 °C (Cuadro 8).

Es importante destacar que la fruta a medida que madura baja su intensidad de color, ésto se ve reflejado al comparar el Cuadro 8 (croma a la salida del almacenaje refrigerado) y el Cuadro 9 (croma al momento de la evaluación de calidad organoléptica), donde el croma baja de un rango entre 20 y 10 a un rango entre 5 y 2. Entonces, se puede inferir que existe una tendencia a disminuir el croma a medida que aumenta la intensidad del quiebre, en cuanto a temperatura y días de duración.

En el caso de esta evaluación al momento del análisis sensorial, se determinó que no existe un efecto significativo de los tratamientos en ninguno de los ensayo, pero se observa una tendencia, donde los cromas mas bajos los presentaron los quiebres de frío mas intensos. Esto estaría influenciado por las alzas térmicas, las cuales serían las responsables de adelantar el proceso de maduración. La degradación de la clorofila sería una consecuencia de la maduración, la cual provocaría la destrucción de las clorofilas producto de la acción de las enzimas (clorofilazas), que llevarían al fruto al cambio de color, debido a que los pigmentos, según MADRID, BORONAT y ROSAURO (1998) estarían ligados al proceso de maduración del fruto, dando lugar a cambios típicos de color que se producen durante la maduración, lo cual explicaría la disminución en la intensidad del color de los presentes ensayos.

CUADRO 8. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el croma a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite.

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	17.81 ab	16.26 ab	14.64 a
Quiebre a 15 °C 1 día	19.16 a	16.89 ab	15.51 a
Quiebre a 25 °C 1 día	14.68 ab	17.56 a	15.85 a
Quiebre a 15 °C 2 días	15.81 ab	17.98 a	14.41 a
Quiebre a 25 °C 2 días	12.91 b	11.60 b	13.95 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

CUADRO 9. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el croma al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refr. (14)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refr. (12)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refr. (10)
Testigo	5.01 a	2.95 a	3.06 a
Quiebre a 15 °C 1 día	5.49 a	2.95 a	2.79 a
Quiebre a 25 °C 1 día	4.55 a	2.99 a	2.07 a
Quiebre a 15 °C 2 días	5.13 a	2.49 a	2.81 a
Quiebre a 25 °C 2 días	3.90 a	2.66 a	2.44 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.5. Luminosidad

En el análisis de luminosidad a la salida de almacenaje, se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en el ensayo con 25 días de almacenaje refrigerado, donde el tratamiento con quiebre de frío a 25 °C por dos días presentó la luminosidad más baja, aunque ésta no es significativa en comparación al testigo. Esto indica que los quiebres de frío tenderían a producir un oscurecimiento más acelerado de la fruta (Cuadro 10).

Las paltas presentan una luminosidad media-oscura, con promedios entre 35 y 30 (Cuadro 10), a medida que la fruta va madurando, este coeficiente disminuye a rangos de 30 a 26, como lo demuestra el Cuadro 11, que muestra los promedios de luminosidad de la fruta al momento del análisis de calidad organoléptica.

En el análisis de este mismo parámetro, al momento de la evaluación de la calidad organoléptica, se determinó que no existe un efecto significativo de los tratamientos, en todos los ensayos, esto se puede deber a la baja intensidad de los quiebres de frío, que no alcanzaron a producir un aumento en la degradación de la clorofila, ya que el efecto de los quiebres de frío sobre éste parámetro tiende a disminuir una vez que las paltas han sido retiradas del almacenaje refrigerado.

CUADRO 10. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la luminosidad a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite.

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	33.54 a	31.78 ab	33.91 a
Quiebre a 15 °C 1 día	34.26 a	32.42 ab	33.76 a
Quiebre a 25 °C 1 día	35.11 a	34.35 a	33.09 a
Quiebre a 15 °C 2 días	35.75 a	32.66 ab	33.24 a
Quiebre a 25 °C 2 días	33.96 a	29.66 b	32.26 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



CUADRO 11. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la luminosidad al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite.(El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 1: 20 Días Alm. Refr. (14)	Ensayo 2: 25 Días Alm. Refr. (12)	Ensayo 3: 30 Días Alm. Refr. (10)
Testigo	29.76 a	27.99 a	28.79 a
Quiebre a 15 °C 1 día	30.03 a	28.58 a	28.53 a
Quiebre a 25 °C 1 día	29.73 a	28.26 a	28.21 a
Quiebre a 15 °C 2 días	29.7 a	28.01 a	28.59 a
Quiebre a 25 °C 2 días	28.98 a	27.99 a	28.32 a

Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.6. Calidad organoléptica

En el análisis sensorial se determinó que no existe efecto significativo entre los tratamientos de todos los ensayos, en los parámetros evaluados (sabor, consistencia y color de la pulpa) (Cuadro 12), lo cual indicaría que los quiebres de temperatura realizados no provocarían un efecto sobre estos parámetros, esto puede ser debido a que no se realizaron con temperaturas muy elevadas ni tiempos muy prolongados, para que pudieran producir un deterioro en la calidad final de la fruta. Los resultados variaron de indiferente a bueno en el caso del sabor y color de la pulpa, y en el caso de la consistencia de firme a blanda. Esto concuerda con lo señalado por ESTEBAN (1993), en donde la fruta presentó un sabor agradable con cosechas realizadas a partir de fines de octubre, con niveles de aceite de un 11%.

CUADRO 12. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el sabor, consistencia y color de la pulpa para cada ensayo, con paltas cosechadas con 10% a 12 % de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Sabor			Consistencia			Color de Pulpa		
	20Días Alm. (14)	25Días Alm. (12)	30Días Alm. (10)	20Días Alm. (14)	25Días Alm. (12)	30Días Alm. (10)	20Días Alm. (14)	25Días Alm. (12)	30Días Alm. (10)
Testigo	3 a	2.8 a	3 a	4 a	2.8 a	3 a	3.2 a	3 a	3.4 a
Quiebre a 15 °C 1 día	3.2 a	3 a	3 a	4 a	2.2 a	3 a	3.6 a	3 a	2.8 a
Quiebre a 25 °C 1 día	2.6 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3 a	3.2 a	3 a	2.8 a
Quiebre a 15 °C 2 días	3.2 a	3.2 a	3 a	4 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3 a
Quiebre a 25 °C 2 días	3 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Freadman ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.7. Presencia de patógenos

No se detectó la presencia de patógenos durante el almacenaje, lo cual es debido a los correctos manejos preventivos de cosecha y postcosecha (evitar daño mecánico y desinfección de cajas y cámaras de refrigeración) que permitieron eliminar las posibilidades de un ataque de patógenos. Esto se observa claramente en las Figuras 2, 3, 4 y 5. Es probable que los quiebres de frío, en el caso de no realizar correctamente los manejos preventivos, provoquen un aumento en la incidencia de patógenos. Al respecto MORALES, BERGER y LUZA (1979) señalan que las pudriciones fungosas de postcosecha están asociadas a daños mecánicos en la cosecha, uso de altas temperaturas y al embalaje con polietileno (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

Otros autores como ANGULO (1999) en la variedad Hass y OLAETA, UNDURRAGA y GUAJARDO (2003) en el cv. Isabel, concuerdan con los

resultados de estos ensayos, puesto que no reportan daños patológicos durante el almacenaje refrigerado. Por el contrario, GOMEZ (2000) en el cv. Hass, indica que la fruta se vio afectada sólo externamente por un escaso desarrollo de micelio en el extremo proximal del fruto, debido a que algunos frutos perdieron el trozo de pedicelo que se deja adherido, lo cual no ocurrió en este experimento.

#### 4.1.8. Desórdenes fisiológicos

La fruta almacenada no se presentó desórdenes fisiológicos, lo cual indicaría que los quiebres de temperatura no provocarían ningún efecto sobre este parámetro (Figuras 2,3,4 y 5).

Los resultados obtenidos pueden ser explicados por la utilización de la correcta temperatura de almacenaje, según LOPEZ (1995), las temperaturas apropiadas para almacenar paltas se encuentran entre 5-7 °C, temperaturas fuera de este rango serían perjudiciales, no permitirían mantener ni prolongar el tiempo de maduración y consumo. Las temperaturas propuestas por el autor anterior según UNDURRAGA y OLAETA (2003), permiten prolongar la vida de postcosecha de frutos de paltos del cultivar Hass por un período de aproximadamente de dos a cuatro semanas, sin que estos sufran deterioro por efecto del frío aplicado.

El tiempo de almacenaje también juega un importante papel en los resultados obtenidos, ya que éste no excedió el límite señalado por UNDURRAGA y OLAETA (2003).



FIGURA 2. Paltas a los 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 10 a 12 % de aceite, donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo, y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

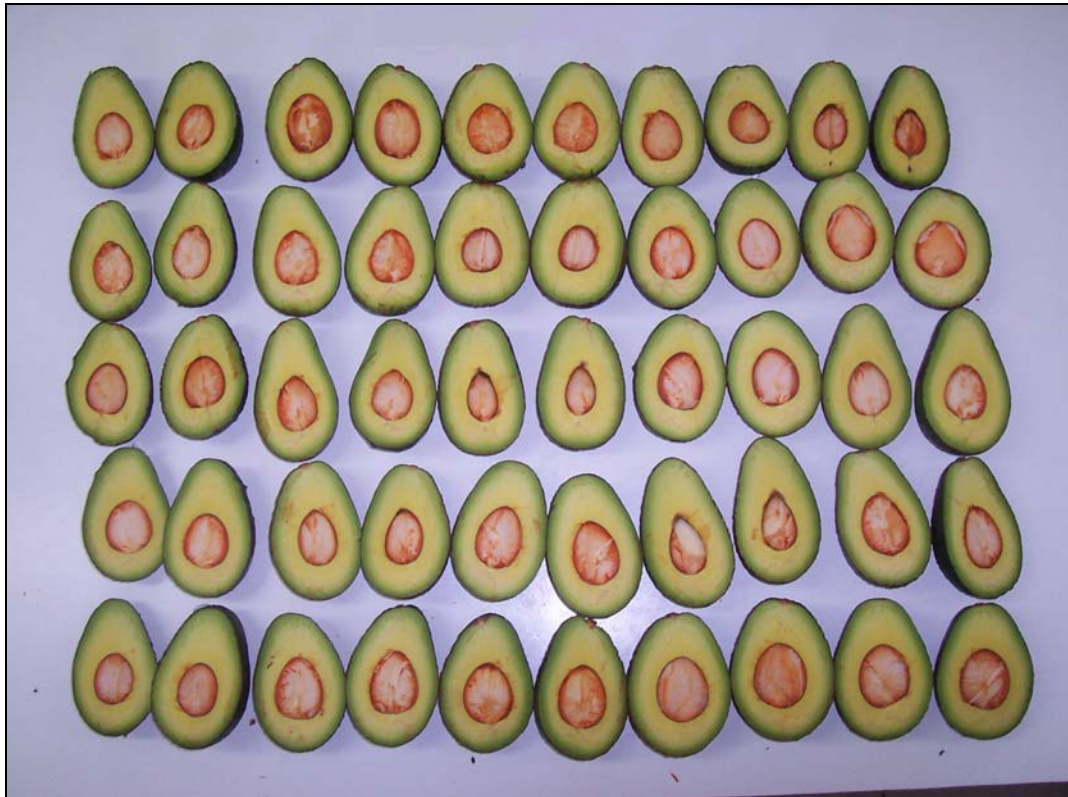


FIGURA 3. Paltas cortadas longitudinalmente a los 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 10 a 12 % de aceite, donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.



FIGURA 4. Paltas con 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 10 a 12 % de aceite, al momento del análisis sensorial (con un período de ablandamiento de 10 días), donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

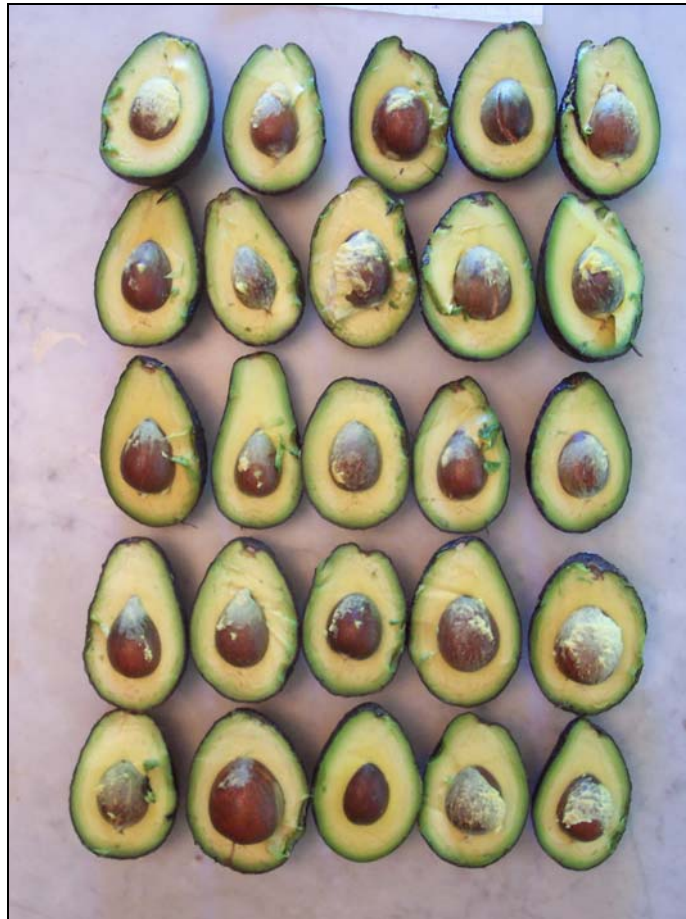


FIGURA 5. Paltas con 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 10 a 12 % de aceite, al momento del análisis sensorial (con un período de ablandamiento de 10 días), donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo, y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

#### 4.2. Efecto del quiebre de frío sobre fruta con un índice de madurez del 13 a 15% de aceite:

##### 4.2.1. Resistencia de la pulpa a la presión

En la evaluación de este parámetro a la salida del almacenaje, al igual que en los ensayos realizados con un estado de madurez del 10 a 12% de aceite, se determinó que no existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos (Cuadro 13). Las paltas medidas a la salida del almacenaje superaron los límites de detección del presionómetro, por lo que se registro el mayor valor, el que corresponde a 12,24 kg. Esto difiere de lo ocurrido a OPAZO (2000) donde las paltas evaluadas a los 30 días con un almacenaje a 7°C, presentaron una presión de pulpa de 1,59 kg en el índice de madurez 14-16% de aceite.

CUADRO 13. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre resistencia de la pulpa de palta a la presión a salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con fruta cosechada con 13% a 15 % de aceite.

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refrig. (kg)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refrig. (kg)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refrig. (kg)
Testigo	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 15 °C 1 día	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 25 °C 1 día	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 15 °C 2 días	12,24 a	12,24 a	12,24 a
Quiebre a 25 °C 2 días	12,24 a	12,24 a	12,24 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En el análisis de la resistencia de la pulpa a la presión al momento de la evaluación sensorial, a diferencia de lo observado con el estado de madurez de 10 a 12% de aceite, no existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos



(Cuadro 14). Esto se puede deber a que la fruta con un mayor desarrollo contiene un menor porcentaje de humedad, lo que otorgaría a la fruta una menor susceptibilidad a los quiebres de frío.

CUADRO 14. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre resistencia de la pulpa de palta a la presión al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para todos los ensayos, con fruta cosechada con 13% a 15% de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refr. (10) (kg)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refr. (8) (kg)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refr. (7) (kg)
Testigo	0.38 a	0.22 a	0.30 a
Quiebre a 15 °C 1 día	0.36 a	0.76 a	0.29 a
Quiebre a 25 °C 1 día	0.36 a	0.21 a	0.35 a
Quiebre a 15 °C 2 días	0.32 a	0.26 a	0.30 a
Quiebre a 25 °C 2 días	0.86 a	0.38 a	0.27 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.2. Pérdida de peso

En el análisis de porcentaje de pérdida de peso a la salida de almacenaje se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos. Como se observa en la Figura 6, los mayores porcentaje de pérdida de peso se produjeron en los tratamientos que poseían una mayor temperatura de quiebre de frío (25°C). Esto se debe a los mismos procesos explicados para el estado de madurez del 10 a 12 % de aceite.

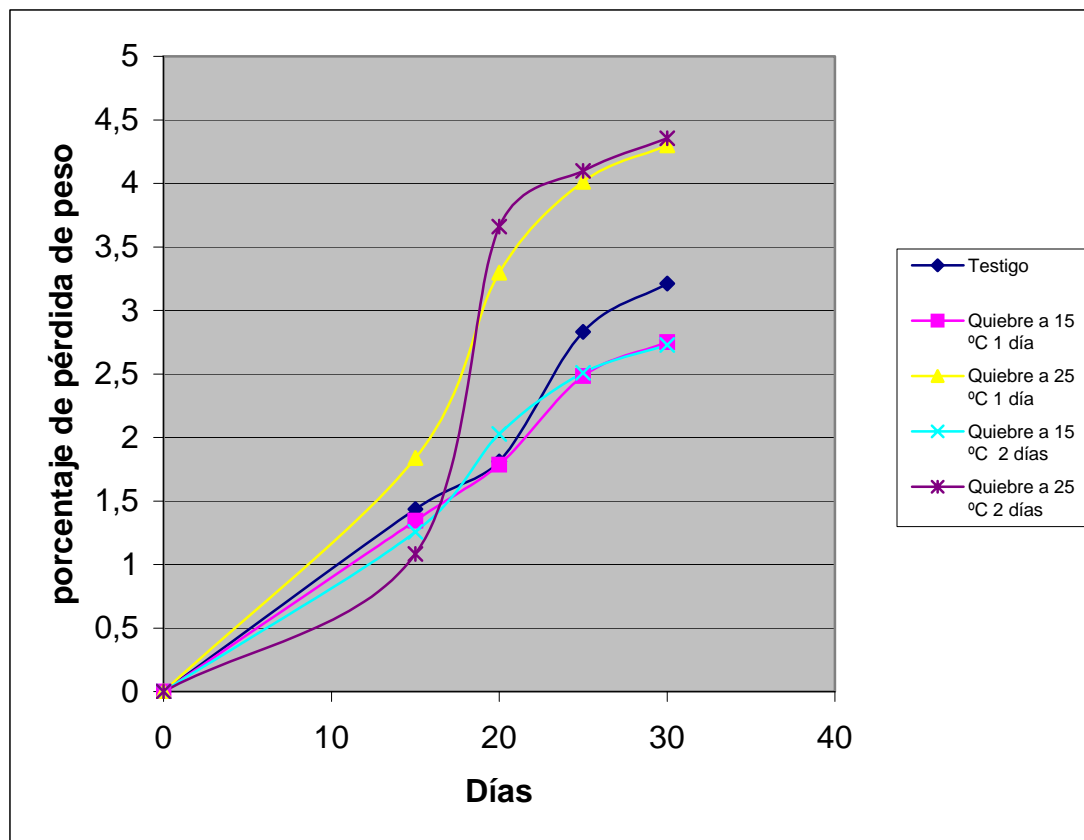


FIGURA 6. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la evolución del porcentaje de pérdida de peso de paltas cv. Hass en con un índice de madurez de 13-15 % de aceite. (estas curvas se obtuvieron midiendo las mismas frutas en cada una de las fechas de evaluación).

El factor tiempo de almacenaje no se analizó estadísticamente, sin embargo, se aprecia en la Figura 6, que la pérdida de humedad aumentó a medida que transcurrió el tiempo de almacenaje, esto concuerda con lo ocurrido anteriormente.

En el análisis de porcentaje de pérdida de peso al momento del análisis sensorial (Cuadro 15), se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos, sólo con las paltas que tuvieron 30 días de almacenaje refrigerado. En este caso, el mayor porcentaje de pérdida lo registró el tratamiento con un quiebre de frío a 25 °C por un día. Esto verifica lo ocurrido con el estado de madurez del 10 a 12% de aceite, una vez retiradas las paltas del almacenaje refrigerado las diferencias de los porcentajes de pérdida de peso tienden a disminuir entre los tratamientos.

La mayoría de los quiebres de frío presentaron mayores niveles de pérdida de peso que el testigo, sólo superaron el valor crítico del 10 % tres promedios en todos los ensayos, pero como se demuestra en el análisis sensorial, la fruta en madurez de consumo presentó una apariencia externa e interna de agradable a indiferente, sin síntomas de deshidratación, probablemente por cuanto los niveles fueron sólo levemente superior al valor crítico señalado por MORALES, BERGER y LUZA (1979).

CUADRO 15. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el porcentaje de pérdida de peso al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 13% a 15% de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refr. (10) (%)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refr. (8) (%)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refr. (7) (%)
Testigo	9.01 a	9.41 a	9.60 a
Quiebre a 15 °C 1 día	9.07 a	7.39 a	9.09 a
Quiebre a 25 °C 1 día	11.15 a	8.87 a	12.13 b
Quiebre a 15 °C 2 días	9.77 a	8.97 a	8.38 a
Quiebre a 25 °C 2 días	9.83 a	9.05 a	10.36 ab

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.3. Ángulo de tono

En el análisis del ángulo de tono a la salida de almacenaje y al momento del análisis sensorial, se determinó que no existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos (Cuadro 16 y 17). Esto se debería, al igual que en el caso anterior, a que las temperaturas y la duración de los quiebres de frío no fueron lo suficientemente intensas, para acelerar la degradación de la clorofila.

CUADRO 16. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el ángulo de tono a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con paltas cosechadas con 13% a 15% de aceite.

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	122.62° a	122.11° a	124.99° a
Quiebre a 15 °C 1 día	117.60° a	121.84° a	115.56° a
Quiebre a 25 °C 1 día	115.63° a	115.51° a	112.09° a
Quiebre a 15 °C 2 días	122.76° a	122.83° a	124.45° a
Quiebre a 25 °C 2 días	119.41° a	119.28° a	122.17° a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

CUADRO 17. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el ángulo de tono, al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con paltas cosechadas con 13% a 15% de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refr. (10)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refr. (8)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refr. (7)
Testigo	41.68° a	45.82° a	49.50° a
Quiebre a 15 °C 1 día	51.70° a	34.00° a	44.76° a
Quiebre a 25 °C 1 día	37.15° a	36.39° a	44.37° a
Quiebre a 15 °C 2 días	32.60° a	45.34° a	49.96° a
Quiebre a 25 °C 2 días	35.45° a	42.23° a	35.28° a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.4. Croma (saturación o intensidad del color)

A diferencia de lo observado en los ensayos con un estado de madurez del 10 a 12% de aceite, los quiebres de frío no produjeron diferencias significativas del croma a la salida de almacenaje (Cuadro 18). Esto se puede deber a que la fruta se encontraba con un mayor estado de desarrollo, por lo que se necesitaría quiebres de frío mas prolongados para producir una aceleración en el cambio de color.

CUADRO 18. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el croma a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con paltas cosechadas con 13% a 15% de aceite.

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	12.37 a	12.92 a	17.09 a
Quiebre a 15 °C 1 día	12.62 a	14.69 a	13.08 a
Quiebre a 25 °C 1 día	11.14 a	10.44 a	11.82 a
Quiebre a 15 °C 2 días	17.20 a	16.15 a	16.80 a
Quiebre a 25 °C 2 días	13.91 a	13.16 a	14.47 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En el análisis del croma al momento de la evaluación de la calidad organoléptica, se determinó que existe un efecto significativo entre los tratamientos en el ensayo con 20 días de almacenaje refrigerado, donde el croma más alto lo presentó el tratamiento con un quiebre de frío a 25°C por dos días (Cuadro 21). Este resultado es errático debido a que a medida que madura la fruta, ésta tiende a tener un croma más bajo.

CUADRO 19. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el croma, al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con fruta de palta cosechada con 13% a 15% de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refr. (10)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refr. (8)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refr. (7)
Testigo	2.34 a	2.28 a	1.73 a
Quiebre a 15 °C 1 día	2.45 ab	2.54 a	1.55 a
Quiebre a 25 °C 1 día	1.90 a	2.29 a	1.39 a
Quiebre a 15 °C 2 días	2.33 a	2.53 a	1.74 a
Quiebre a 25 °C 2 días	4.18 b	3.57 a	1.76 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.5. Luminosidad

En el análisis de luminosidad a la salida de almacenaje se determinó que no existe un efecto significativo entre los tratamientos en todos los ensayos (Cuadro 20). En cambio, al momento del análisis sensorial (Cuadro 21), sólo en el ensayo con 20 días de almacenaje, el tratamiento con el quiebre de frío a 25°C por dos días presentó un mayor oscurecimiento. Este resultado es similar a lo ocurrido con el otro estado de madurez, donde sólo una fecha de evaluación mostró diferencias significativas. Es probable que ésto se deba a que los quiebres no fueron lo suficientemente intensos para provocar una aceleración en el proceso de cambio de color en todos los ensayos.

CUADRO 20. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la luminosidad a la salida del almacenaje refrigerado para cada ensayo, con fruta de palta cosechada con 13% a 15% de aceite.

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refrig.	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refrig.	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refrig.
Testigo	31.17 a	31.32 a	32.53 a
Quiebre a 15 °C 1 día	29.44 a	30.95 a	29.97 a
Quiebre a 25 °C 1 día	30.26 a	29.77 a	29.84 a
Quiebre a 15 °C 2 días	32.62 a	32.39 a	31.52 a
Quiebre a 25 °C 2 días	31.58 a	30.87 a	30.89 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

CUADRO 21. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre la luminosidad, al momento de la evaluación de la calidad organoléptica para cada ensayo, con fruta de palta cosechada con 13% a 15% de aceite. (El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Ensayo 4: 20 Días Alm. Refr. (10)	Ensayo 5: 25 Días Alm. Refr. (8)	Ensayo 6: 30 Días Alm. Refr. (7)
Testigo	28.0 a	28.54 a	27.56 a
Quiebre a 15 °C 1 día	28.4 a	28.42 a	27.79 a
Quiebre a 25 °C 1 día	28.26 a	29.05 a	28.08 a
Quiebre a 15 °C 2 días	28.23 a	28.69 a	27.92 a
Quiebre a 25 °C 2 días	30.24 b	30.05 a	27.56 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.6. Calidad organoléptica

En el análisis sensorial se determinó que no existe efecto significativo de los tratamientos en todos los parámetros evaluados en todos los ensayos (sabor, consistencia y color de la pulpa) (Cuadro 22). Esto ratifica lo ocurrido con el estado de madurez del 10 a 12% de aceite.

CUADRO 22. Efecto de los diferentes quiebres de frío sobre el sabor, consistencia, color de la pulpa para cada ensayo, con fruta de palta cosechada con 13% a 15% de aceite.(El número entre paréntesis indica los días transcurridos entre la salida del almacenaje refrigerado y la evaluación de la calidad organoléptica).

Tratamientos	Sabor			Consistencia			Color de pulpa		
	20Días Alm. (10)	25Días Alm. (8)	30Días Alm. (7)	20Días Alm. (10)	25Días Alm. (8)	30Días Alm. (7)	20Días Alm. (10)	25Días Alm. (8)	30Días Alm. (7)
Testigo	3.8 a	3.8 a	3 a	4.2 a	2.8 a	3 a	4 a	3.6 a	3.2 a
Quiebre a 15 °C 1 día	4.4 a	2.4 a	3.2 a	3.8 a	2 a	2.8 a	4 a	3.2 a	2.8 a
Quiebre a 25 °C 1 día	3.8 a	3 a	3.6 a	3 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3.4 a
Quiebre a 15 °C 2 días	4 a	3 a	3 a	3 a	2.8 a	3.2 a	4 a	3.8 a	3 a
Quiebre a 25 °C 2 días	4 a	3.8 a	3.2 a	4 a	3.4 a	3 a	4 a	4.4 a	3.6 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza según el Test de Freadman ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.7. Presencia de patógenos

Al igual que lo ocurrido con el estado de madurez del 10 a 12% de aceite, no se apreciaron presencias de patógenos durante el almacenaje en todos los ensayos, debido a los correctos manejos preventivos de cosecha y postcosecha (Figuras 7,8,9 y 10).

#### 4.2.8. Desórdenes fisiológicos

La fruta almacenada no presentó desórdenes fisiológicos (Figuras 7,8,9 y 10) en todos los ensayos, lo cual indicaría que los quiebres de temperatura no provocarían ningún efecto sobre este parámetro. Además, esto se debe a la correcta utilización de la



temperatura y del tiempo de almacenaje, como se señala anteriormente para el estado de madurez anterior.



FIGURA 7. Paltas a los 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 13 a 15 % de aceite, donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

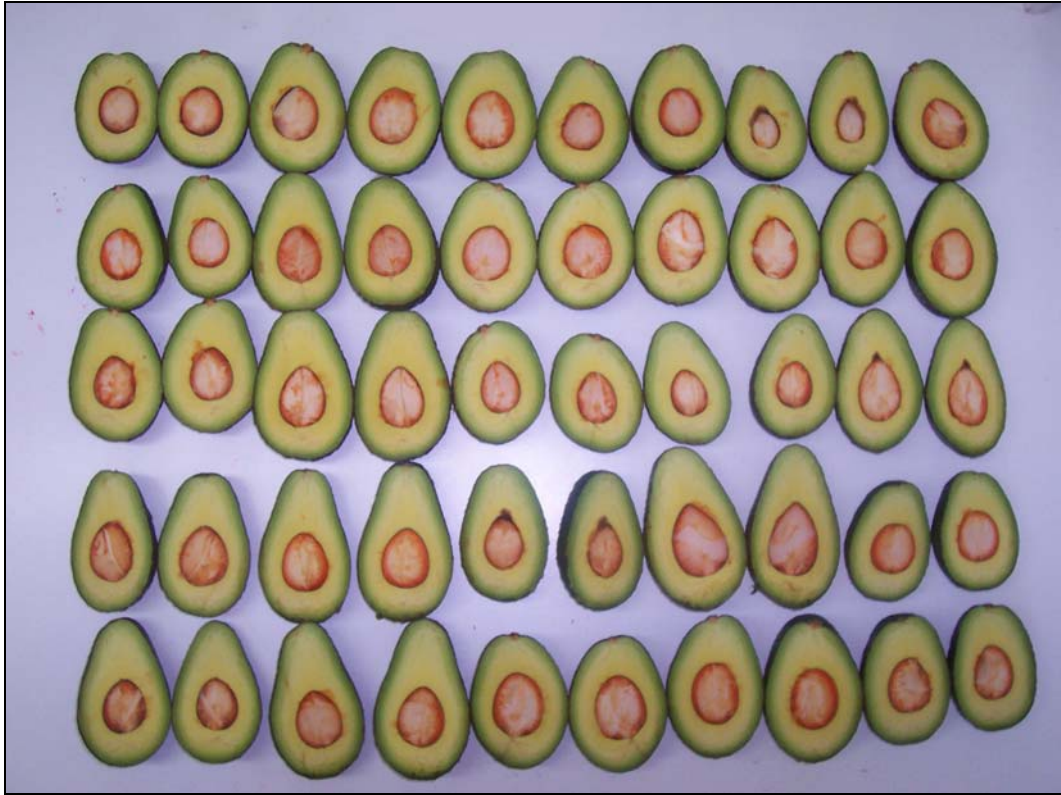


FIGURA 8. Fruta a los 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 13 a 15 % de aceite, donde las frutas de palta de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.



FIGURA 9. Paltas con 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 13 a 15 % de aceite, al momento del análisis sensorial (con un período de ablandamiento de siete días), donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

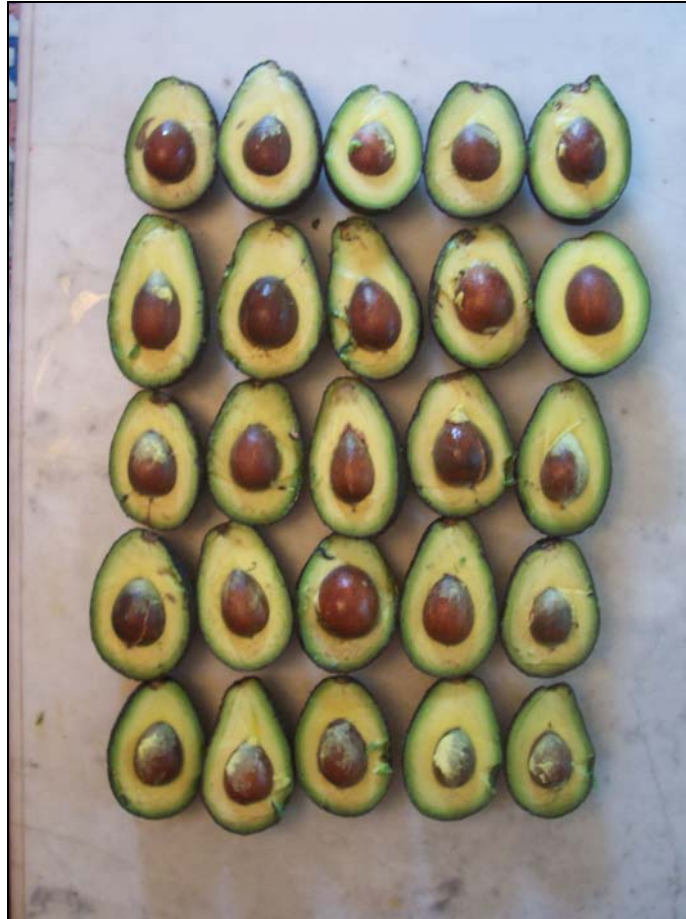


FIGURA 10. Paltas con 30 días de almacenaje refrigerado, con un estado de madurez de 13 a 15 % de aceite, al momento del análisis sensorial (con un período de ablandamiento de siete días), donde las frutas de la parte superior de la imagen corresponde al tratamiento testigo y así sucesivamente hasta la última hilera que corresponde al tratamiento con quiebre de frío a 25 ° C por dos días.

## 5. CONCLUSIONES

Quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje refrigerado con temperaturas de hasta 15°C, de duración no superior a dos días, no producen una disminución en la vida de postcosecha y calidad final con fruta de palta cosechada con 10-15% de aceite, hasta los 30 días de almacenaje refrigerado a  $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y con un 90-95% de humedad relativa.

Quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje refrigerado a 25°C por dos días tienden a provocar un ablandamiento más acelerado una vez las paltas han sido retiradas de éste, lo que reduce el tiempo de comercialización.

Quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje refrigerado con temperaturas de 25°C y de una duración entre uno y dos días producen una mayor pérdida de peso con fruta cosechada con 10-15% de aceite, con una duración de almacenaje de 20, 25 y 30 días a  $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y 90-95% de humedad relativa.

Los quiebres de frío no provocaron un efecto en el ángulo de tono, en cambio se observó una tendencia del croma y la luminosidad a disminuir con quiebres de frío de dos días de duración y con temperaturas de 25°C, producidos a los 15 días de almacenaje. Los quiebres de frío de hasta dos días de duración y con temperaturas no superiores a 15°C, no acelerarían el proceso de cambio de color.

Quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje refrigerado con temperaturas de hasta 25°C y de una duración no mayor a dos días, no provocan la aparición de patógenos y desórdenes fisiológicos, si la fruta de palta es tratada con todas las precauciones necesarias para impedir que se manifiestan (desinfección de cámaras, cajas y fruta, y temperaturas de almacenaje dentro de los rangos establecidos).

“Efecto del quiebre de temperatura en almacenaje refrigerado sobre la conservación y calidad organoléptica de paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en tres tiempos de almacenaje y en dos estados de madurez ”

## 6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto quiebres de temperatura durante el almacenaje de fruta de palto (*Persea americana* Mill). cv. Hass, debido al desconocimiento que se tiene acerca del comportamiento de esta fruta, frente a posibles fallas en los sistemas de refrigeración.

Los ensayos se realizaron con fruta de la Estación experimental “La Palma” de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. La parte experimental se realizó en los laboratorios de Postcosecha de esta Universidad. Se utilizó fruta con distintos estados de madurez (10 a 12% de aceite y 13 a 15% de aceite). En cada estado de madurez se realizaron tres ensayos, a los 20, 25 y 30 días de almacenaje refrigerado. La Paltas una vez cosechada fue pesada y marcada, para luego ser introducida en la cámara de almacenaje a 7°C y 90-95 % de humedad relativa. Los tratamientos fueron: testigo, un quiebre de temperatura por un día a 15 °C, un quiebre de temperatura a 25 °C por un día, un quiebre de temperatura por 2 días a 15 °C y un quiebre de temperatura por dos días a 25 °C, todos los quiebres se realizaron el día 15 de almacenaje. En cada fecha de evaluación (salida del almacenaje refrigerado y al momento de la evaluación sensorial) se analizaron las siguientes variables: porcentaje de pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión, color de epidermis, desórdenes fisiológicos y daños patológicos. Se efectuaron paneles sensoriales en cada ensayo, donde luego de retirada la fruta del almacenaje refrigerado tuvo un período de ablandamiento a temperatura ambiente.

Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, no superiores a dos días con temperaturas de hasta 15°C, no producen una disminución en la vida de postcosecha y calidad final con fruta con 10-15% de aceite, hasta los 30 días de almacenaje a 7°C y con un 90-95% de humedad relativa. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, por entre uno y dos días a 25°C producen una mayor pérdida de peso con fruta con 10-15% de aceite, con una duración de almacenaje de 20, 25 y 30 días. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje, por dos días a 25 °C tienden a provocar un ablandamiento más acelerado una vez las paltas han sido retiradas de éste, lo que reduce el tiempo de comercialización. Los quiebres de frío no provocaron un efecto en el ángulo de tono, en cambio se observó una tendencia del croma y la luminosidad a disminuir, con quiebres de dos días y a 25°C, producidos a los 15 días de almacenaje. Los quiebres de frío producidos a los 15 días de almacenaje con temperaturas de hasta 25°C y no mayores a dos días, no provocan la aparición de patógenos y desórdenes fisiológicos.



“Effect of breaks of temperature in storage cooled on the conservation and organoleptic quality of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass in three times of storage and two states of maturity”

## 7. ABSTRACT

The purpose of this work is to evaluate the effect of breaks of temperature during the storage of avocado fruits (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, because nowadays we don't know the behavior of this fruit in front of fails during the cold chain.

The experiment was made with fruit from the experimental station “La Palma” of the Agronomy Faculty of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. The experimental part was made in the Postharvest's laboratories of this University. Fruit with different states of maturity was used (10 to 12% of oil and 13 to 15% of oil). For each state of maturity were made three tests, at day 20, 25 and 30 of cooled storage. The fruit after been harvested was weighted and marked and then introduced into a cool storage camera with 7°C and 90-95% of relative humidity. The treatments were: control, one break of temperature for one day with 15°C, one break of temperature for one day with 25°C, one break of temperature for two days with 15°C and one break of temperature for two days with 25°C, every break of temperature was made the day fifteen of cooled storage. In every date of evaluation were analyzed the following variables: percent of lost of weight, resistance to pressure of the pulp, color of the epidermis, physiological disorders and pathogens damages. In addition were made sensorial panels for each test after the fruits were been retired from the cooled storage camera and had a softening period in ambient temperature.

The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage, with temperatures at 15 °C, not longer than two days do not produce decrease in the post harvest life and final quality with fruta harvested with 10-15 % of oil, up to 30 days of storage at 7 °C and with 90-95 %of relative humidity. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage with 25 °C of temperature and with a length between one and two days produce a large lost of weight with fruit harvested with 10-15 %of oil, with a length os estorange of 20, 25 and 30 days at 7 °C and 90-95 % of relative humidity. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage at 25 °C in two days have the tendency to produce a faster softening once the avocados had been withdrawn from the storage , which reduce the comercialisation time. The breaks of temperature did not produce any effect in te angle tone, but we notice a tendency of the chroma and luminosity to decrease with breaks of temperature fot two days at 25 °C, produced at 15 days de storage. The breaks of temperature produced at 15 days of cooled storage, with temperatures aup to 25 °C, not longer than two days do not produce an appearance of pathogens damage and physiological disorders.

## 8. LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, M 1994. Efectos del anhídrido carbónico y atmósfera controlada en la calidad de postcosecha de frutos de (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ms. Sc. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 103p.
- \_\_\_\_\_ ; LIZANA, L y BERGER, H. 1995. Desórdenes fisiológicos en paltas. Lizana, L. ed. IV Simposio Internacional de Manejo, Calidad y Fisiología de Postcosecha de Frutos. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. pp 77-83. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 42).
- ALIQUE, R. y ZAMORANO, J. 1998. Conservación en frío de Aguacate y Chirimoya. In: V Jornadas Andaluzas de frutos tropicales. Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, A.G. Novograf, S.A. pp. 171-196.
- ALVAREZ, F. 1974. El cultivo del aguacate. Santa Cruz de Tenerife, Editorial Santa Cruz de Tenerife, 225p.
- ANGULO, A. 1999. Efecto del oxígeno ionizado sobre el almacenaje de paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en dos estados de madurez. Taller Licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 55p.
- ARPAIA, M. 1988. Factores de calidad: definición y evaluación para productos hortofrutícolas frescos. Fundación Chile. Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, 6, 7, 8, 9 y 10 de junio 1988. pp 18.1-18.13.
- ASOCIACION DE EXPORTADORES DE CHILE, 2004. Balance Exportaciones de frutas frescas al 31 de Enero N° 25. Enero-Febrero. pp. 10-11.
- BERGH, B. 1992. The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. California Avocado Society Yearbook (76): 71-75.
- BERGER, H. 1989. El color en la Postcosecha de frutas y hortalizas. In: Saenz, C. y Loyola, E. El color en alimentos. Medidas instrumentales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos. pp 79-85. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 31).

- BERGER, H. 1996. Nuevas opciones en el manejo de fruta después de cosecha. In: Razeto, B y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agrarias y Forestales. pp 93-98. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45).
- \_\_\_\_\_ y GALLETI, J. 1987. Maduración de paltas y su conservación en almacenaje refrigerado. *Revista Aconex* (16): 5-7.
- CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249p.
- ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades Negra de la cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa de desarrollo hasta madurez fisiológica. Taller Licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 59p.
- FAUBION, D.; MITCHELL, G.; MAYER, G. and ARPAIA, M. 1991. Response of "Hass" avocado to postharvest storage in controlled atmosphere conditions. University of California. World Avocado Congress II proceedings. Orange, april 21-26, 1991. pp 467- 472.
- GODOY, C.; LIZANA, A.; LUCHSINGER, L.; GALLETI, L. 1998. Efecto de las fluctuaciones térmicas en Postcosecha en el desarrollo de daño por frío en fruta de Ciruela var. Casselman. *Investigación Agrícola* 18(1-2): 39-46.
- GOMEZ, C. 2000. Comportamiento de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass almacenados a diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 33p.
- KADER, A. 1988. Manejo de Postcosecha de Paltas y otras frutas subtropicales. Fundación Chile. Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, 6, 7, 8, 9 y 10 de junio 1988. pp 25.1-25.10.
- \_\_\_\_\_ . 1992. Postharvest handling systems: Subtropical fruits. In: Kader, A. ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops, 2ed. Oakland, University of California. pp 152-156.
- LÓPEZ, C. 1995. El cultivo del palto. Tercera parte. Santiago, *El campesino* 126(10): 46-57.

- MADRID, R.; BORONAT, M. y ROSAURO, C. 1998. Evolución del color superficial de los frutos. Índice de Madurez. Agrícola Vergel N° 196: 210-218.
- MARTÍNEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83 p.
- MC GUIRE, R. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27(12): 1254-1255.
- MILNE, D. 1998. Avocado Quality assurance; who?, where?, when?, how?. Talking avocado 9(1): 24-27.
- MITCHEL, G. y DINAMARCA, A. 1988. Almacenamiento de productos hortofrutícolas frescos. Fundación Chile. Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, 6, 7, 8, 9 y 10 de junio 1988. pp. 1.9-1.13.
- MORALES, M.; BERGER, H. y LUZA, J. 1979. Identificación de hongos causantes de pudriciones en almacenaje refrigerado de paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte y Negra de la Cruz. Inv. Agr. 5(1): 1-4.
- MUÑOZ, V.; LIZANA, A.; LUCHSINGER, L. y GALLETTI, L. 1998. Efectos de la fluctuación térmica en Postcosecha sobre la evolución de la madurez en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. Piqueño. Simiente 68 (1-4): 35-44.
- OFICINA DE ESTUDIOS DE POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA), 2004. Frutales: Producción estimada de huertos industriales, temporada 1989/90-1994/95 a 2003/04, (on line). <http://www.odepa.gob.cl/>
- OLAETA, J. y UNDURRAGA, P. 1995. Estimación del índice de madurez en paltas. Tecnologías de cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas. Guanajuato, Procedimientos de la conferencia internacional. pp 421-426.
- OLAETA, J. A.; UNDURRAGA, P. y GUAJARDO, S. 2003. Caracterización y evaluación en almacenaje refrigerado del cv. de palto Isabel (*Persea americana* Mill). V Congreso Mundial del Aguacate. Postcosecha, (online)<http://www.avocadosource.com>.

- OPAZO, G. 2000. Caracterización histológica y bioquímica de desórdenes fisiológicos en paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en almacenaje refrigerado, en dos estados de madurez. Taller Licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 68 p.
- PERALTA, L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte (*Persea americana* Mill). Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 82p.
- REID, M. 1992. Maturation and maturity Índices. In: Kader, A. ed. Postharvest Technology of Horticultural crops. 2a ed. California, University of California. pp 21-28.
- REYBERT, G. y FURLANI, M. 1995. Daños en postcosecha y su efecto sobre la madurez y la calidad. Revista Frutícola 16(3): 85-88.
- SALAS, M. 1990. Influencia de la época de cosecha y manejo de postcosecha en la calidad final en almacenaje de frutas de palto, cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 97p.
- SOTOMAYOR, C. 1992. Todo lo que usted desea saber sobre: El palto (III). Chile Agrícola 183: 408-411.
- UNDURRAGA, P. y OLAETA, J. A. 2003. Almacenaje y daño por frío en paltas. Empresa y Avance Agrícola. Especial paltos julio. pp: 28-31.
- VALDIVIESO, J. 1987. Efecto del encerado y ácido giberélico sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas con distinto estado de madurez cv. Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83p.
- VUTHAPANICH, S. and HOFMAN, P. 1998. Cold storage - using lower temperatures. Talking Avocado 8(1): 23.
- ZAUBERMAN, G.; SHIFFMANN-NADEL, M. and YANKO, U. 1977. The response of avocado fruits to different storage temperatures. HortScience 12 (4): 353-354.