

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE LICENCIATURA

**EFEECTO DEL OXÍGENO IONIZADO SOBRE EL ALMACENAJE DE
PALTAS (*Persea americana* Mill.) cv. HASS, EN DOS
ESTADOS DE MADUREZ.**

ALDO RAÚL ÁNGULO SOTO

QUILLOTA CHILE

1999

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.
 - 2.1. Antecedentes generales.
 - 2.1.1. Situación Mundial.
 - 2.1.2. Situación nacional.
 - 2.2. Antecedentes botánicos.
 - 2.3. Descripción del cultivar Hass.
 - 2.4. Cosecha.
 - 2.4.1. Índice de cosecha.
 - 2.5. Fisiología de postcosecha.
 - 2.6. Factores que influyen en el deterioro.
 - 2.6.1. Respiración.
 - 2.6.2. Deshidratación.
 - 2.6.3. Etileno.
 - 2.6.4. Daños patológicos.
 - 2.6.5. Daños físicos.
 - 2.7. Desórdenes fisiológicos.
 - 2.8. Métodos de conservación del fruto.
 - 2.8.1. Temperatura.
 - 2.8.2. Humedad relativa.
 - 2.8.3. Modificación atmosférica.
 - 2.8.4. Retardadores de la madurez.
 - 2.8.4.1. Ceras.
 - 2.8.4.2. Absorbentes de etileno.
 - 2.9. Oxígeno ionizado.
 - 2.9.1. Modo de acción del equipo ionizador.
 - 2.9.2. Ventajas del uso del oxígeno ionizado.
 - 2.9.3. Antecedentes de su utilización.

3. MATERIAL Y MÉTODO.

3.1. Descripción del ensayo.

3.2. Tratamientos.

3.2.1. Nivel de madurez.

3.2.2. Cámaras de almacenaje.

3.2.3. Tiempo de almacenaje.

3.3. Evaluaciones.

3.3.1. Variables cuantitativas.

3.3.2. Variables cualitativas.

3.4. Diseño estadístico.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre paltas cv. Hass, a salida de cámara.

4.1.1. Pérdida de peso.

4.1.2. Resistencia de la pulpa a la presión.

4.1.3. Desórdenes fisiológicos internos.

4.1.4. Evolución del color.

4.1.5. Daños patológicos.

4.2. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre paltas cv. Hass, después de un periodo de comercialización simulado.

4.2.1. Pérdida de peso.

4.2.2. Resistencia de la pulpa a la presión.

4.2.3. Desórdenes fisiológicos internos.

4.2.4. Evolución del color.

4.2.5. Daños patológicos.

4.3. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre las características organolépticas de paltas cv. Hass, después de un periodo de comercialización simulado.

4.3.1. Apariencia interna.

4.3.2. Sabor.

4.3.3. Textura.

4.3.4. Aroma.

4.4. Análisis de la concentración de etileno en las cámaras.

5. CONCLUSIONES.
6. RESUMEN.
7. LITERATURA CITADA.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de palta en Chile ha mostrado un fuerte desarrollo en los últimos años, impulsada por diferentes fuerzas que han hecho muy atractivo este cultivo. Debido a esto se alcanzó el año 1998 una superficie superior a las 16.000 hectáreas, duplicando lo que existía el año 1990 (ODEPA, 1998).

Este acelerado crecimiento se ha basado principalmente en la variedad Hass, la más deseada a nivel mundial, ocupando hoy más de un 70% de la superficie total de paltos en Chile.

Tradicionalmente Estados Unidos ha sido el principal mercado para la exportación de paltas desde nuestro país. Sin embargo, el aumento constante de la producción nacional, exige enfatizar en la diversificación de nuevos mercados de destino.

Para llegar a mercados más lejanos es necesario prolongar la vida de postcosecha de la fruta, lo que se consigue frenando el proceso de maduración, punto de partida del deterioro de frutos.

La palta es una baya que presenta en su piel una alta cantidad de estomas, tiene una elevada tasa de respiración y está clasificada como un fruto climactérico. Además, posee un alto contenido de poligalacturonasa y pectinmetilesterasa, permitiéndole a la fruta un completo y rápido ablandamiento (SUMMINGS y SCHROEDER, 1942).

La forma tradicional de conservación es almacenaje refrigerado, pero para poder lograr un periodo de almacenaje mayor es necesario el uso de medios adicionales que permitan disminuir aún más la tasa respiratoria y así retrasar el proceso de maduración.

Entre estas medidas se encuentra la eliminación del etileno del ambiente de almacenaje, lo que ayuda a prolongar la vida útil de la palta debido a que se retrasa el proceso de maduración (KADER, 1988).

Una forma de reducir a niveles mínimos el etileno es mediante el uso de un generador de oxígeno ionizado. Mediante este equipo el oxígeno del aire se transforma en oxígeno ionizado, y éste a su vez reacciona con el etileno, dando por resultantes anhídrido carbónico y agua (WILLS et al, 1989).

De acuerdo a lo anterior se plantea que resulta posible prolongar la vida de postcosecha de la palta (Persea americana Mill.) cultivar Hass, mediante almacenaje en cámara refrigerada, equipada con un generador de oxígeno ionizado, cuya utilización reduciría los niveles de etileno y el desarrollo de patógenos.

En base a lo antes citado, el ensayo tiene como objetivo principal prolongar la vida de postcosecha de la palta cultivar Hass mediante el almacenaje en frío con oxígeno ionizado, con el propósito de llegar a mercados de exportación más lejanos.

Los objetivos específicos fueron:

Determinar a salida de cámara y luego de un periodo de comercialización simulada, el efecto del oxígeno ionizado sobre las paltas cv. Hass, cosechadas con dos índices de madurez y sometidas a tres períodos de almacenaje.

Determinar el efecto del oxígeno ionizado sobre las características organolépticas de paltas cv. Hass, cosechadas con dos índices de madurez, sometidas a tres períodos de almacenaje y a diez días de comercialización simulada.

Evaluar el efecto del oxígeno ionizado sobre la concentración de etileno en la cámara.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales:

2.1.1. Situación mundial:

Según AFFLECK (1992), citado por GARDIAZABAL (1994), el 77% de la producción mundial de paltas se concentra en América, un 10% en Asia, igual cifra para África, y sólo un 2% y 1% en Europa y Oceanía, respectivamente.

El año 1997 la superficie de paltos a nivel mundial alcanzó 357.222 hectáreas, lo que significa un incremento de 2.5% anual durante los años 90. El 26% de esta superficie se localiza en México, seguida por Estados Unidos con el 7.5% y en tercer lugar Chile con un 4.7% (ODEPA, 1998).

La producción del año 1997 superó los 2.3 millones de toneladas, concentrando México un 35.5% de ésta, seguida por Estados Unidos con un 7.6%, República Dominicana con 6.6%, Israel con un 3.6% y en quinto lugar Chile con un 3% y luego Sudáfrica y España con un 2% y 1,9%, respectivamente (ODEPA, 1998).

Países como España, Sudáfrica e Israel orientan su producción principalmente a la exportación al mercado europeo. Por otro lado, países como México, Estados Unidos, República Dominicana y Chile exportan sólo una parte menor de su producción (MAGDAHL, 1998).

2.1.2. Situación nacional:

La producción de paltas en Chile ha tenido un fuerte desarrollo en los últimos años, pasando de aproximadamente 8.000 ha en 1990 a más de 16.000 ha en 1998,

siendo el tercer país en importancia a nivel mundial en cuanto a superficie plantada y el quinto en cuanto a producción, con 70.000 toneladas en 1998 (MAGDAHL, 1998).

La superficie plantada con paltos en Chile se encuentra principalmente en la V región, donde se concentra el 60%, seguida por la región Metropolitana con un 23% y luego la VI región con aproximadamente un 10% (MAGDAHL, 1998).

El aumento en el número de hectáreas plantadas se ha basado principalmente en la variedad Hass, que ha pasado de 4.000 ha aproximadamente en 1990 a más de 11.000 ha actualmente, con alrededor del 70% de la superficie total (MAGDAHL, 1998).

El 75% de la producción nacional de paltas se destina al consumo interno, y sólo alrededor de un 25% se exporta. La exportación es prácticamente del cultivar Hass y el destino principal es Estados Unidos (ODEPA, 1998).

2.2. Antecedentes botánicos:

El palto (Persea americana Mill.), perteneciente a la familia de las Lauráceas, se cultiva en la zona tropical y subtropical, pero es nativo de América central y de zonas adyacentes del Norte y Sudamérica (BERGH, 1992).

Comercialmente el palto es clasificado en tres subespecies o variedades botánicas, Persea americana, Persea guatemalensis y Persea drimifolia, razas ecológicas que por sus distintas condiciones de adaptación se desarrollaron en diversos lugares del mundo y se distinguen como las razas hortícolas Antillana, Guatemalteca y Mexicana, respectivamente (BERGH, 1992 ; GARDIAZABAL, 1997).

2.3. Descripción del cultivar Hass:

El cultivar Hass, originario principalmente de la raza Guatemalteca, es la principal variedad cultivada en las zonas subtropicales semiáridas de California, Chile, Australia e Israel y en zonas de climas subtropicales con lluvias de verano (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

El fruto se caracteriza por ser oval y asimétrico, con un peso medio que fluctúa entre 180 y 280 gr, alcanzando su maduración con un porcentaje de aceite entre 22 a 23% (CALABRESE, 1992). La piel es gruesa y rugosa, inicialmente de color verde y después al madurar cambia a negro (SOTOMAYOR, 1992). La semilla es pequeña, esférica y adherida a la pulpa (BERGH, 1992).

La buena calidad de la fruta permite que la variedad Hass sea la más comercializada, tanto a nivel de mercado nacional como internacional, no existiendo hasta el momento una que la reemplace.

2.4. Cosecha:

La calidad de la fruta una vez cosechada no se puede mejorar, pero sí se puede conservar. Frutos cosechados inmaduros resultan de mala calidad y maduran en forma irregular. Por otra parte, el retraso de la cosecha puede aumentar la susceptibilidad a pudriciones, resultando de mala calidad y por consiguiente de escaso valor económico (FANTÁSTICO et al., 1979).

Debido a lo anterior, el determinar el estado de madurez apropiado para cosecha, es fundamental para obtener una fruta de buena calidad que permita conservar la fruta por un tiempo prolongado (FANTÁSTICO et al., 1979).

2.4.1. Índice de cosecha:

En el caso de las paltas, el contenido de aceite es el mejor indicador de madurez disponible hoy en día, pero las técnicas para medirlo son caras (HOFMAN y JOBIN, 1997).

Los estudios de LEE et al. (1983) citados por MOGGIA (1988), revelaron una estrecha correlación entre el contenido de aceite y el peso seco durante la maduración. Un aumento constante del peso seco durante el desarrollo se debe, principalmente, al aumento de la fracción lipídica.

Con el antecedente anterior, MARTÍNEZ (1984) desarrolló a través de un análisis de regresión lineal, ecuaciones que correlacionan el peso seco con el contenido de aceite, encontrando así un método relativamente fácil para establecer el estado de madurez de la fruta. La ecuación para el caso de Hass es: % de aceite = $48,428 - 0,52 * (\% \text{ de Humedad})$.

Según OLAETA y UNDURRAGA (1995) el contenido mínimo de aceite con que debe efectuarse la cosecha en la variedad Hass no debe ser inferiora 10,9%.

2.5. Fisiología de postcosecha:

La palta es climactérica, esto significa que su fisiología presenta un alza respiratoria que alcanza un peak, luego del cual la maduración y senescencia se inicia (MILNE, 1998).

La ocurrencia de cambios en la composición y estructura de la pared celular provocan el ablandamiento de la fruta (RYALL y PENTZER, 1974). Este proceso está asociado a incrementos en la actividad de enzimas hidrolíticas como poligalacturonasa y celulasa (BERGER, 1996).

La palta en la medida que va madurando va experimentando cambios en su composición, textura y sabor (KADER, 1988).

2.6. Factores que influyen en el deterioro:

2.6.1. Respiración:

La respiración es la degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en las células como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples, como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas para las reacciones sintéticas celulares (WILLS et al. 1989; MILNE, 1998).

El agotamiento de las reservas alimenticias, que proporcionan la energía para mantener el estado viviente del producto, conduce a la senescencia. Esto ocasiona pérdida de valor nutritivo, menor calidad organoléptica y disminución en el peso seco vendible (ARPAIA, 1988).

La palta tiene una alta tasa de respiración si se compara con manzanas, cítricos, uvas o kiwi, y por lo tanto, genera más calor que otras frutas en almacenaje; es así como los frutos de cultivar Hass tienen una mayor tasa de respiración que los del cultivar Fuerte (MILNE, 1998).

La intensidad respiratoria es considerada como una medida de la tasa en que se está realizando el metabolismo y como tal, se le considera un indicador de la vida potencial de postcosecha del fruto (PHAN et al., 1979).

La tasa respiratoria de paltas es de 4.400 - 8.800 BTU/ton/día a 5°C (KADER, 1992).

2.6.2. Deshidratación:

Los productos frescos constantemente pierden agua producto de una gradiente de vapor de agua entre su atmósfera interna casi saturada y la atmósfera externa con menor presión de vapor (MILNE, 1997).

La tendencia natural que tiene la fruta a la pérdida de agua, está condicionada por la naturaleza de su piel y la permeabilidad al intercambio gaseoso, ya que el agua se mueve a través de estomas, lenticelas, heridas, y también vía cutícula (MITCHELL, 1988).

El proceso de pérdida de agua por la fruta es un factor determinante de la calidad. Dicha pérdida se ve afectada por la temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, presencia de cera u otras cubiertas (MILNE, 1998).

2.6.3. Etileno:

El etileno es un regulador de crecimiento sintetizado en distintas partes de la planta, especialmente en las flores, frutos y semillas (REYBERT y FURLANI, 1995).

Según ABELES (1992) citado por REYBERT y FURLANI (1995), la temperatura afecta la síntesis de etileno, ya que actúa sobre las enzimas relacionadas, siendo el rango óptimo de producción entre 25° y 30°C. Valores superiores o inferiores a dicho rango provocan una reducción del nivel de etileno producido, siendo éste mínimo cuando las temperaturas son cercanas a 0° y a 40°C.

El etileno juega un rol muy importante en la maduración de los frutos climactericos, al establecerse en concentraciones fisiológicamente activas en los espacios intercelulares del fruto en forma natural (BERGER, 1996).

La tasa de producción de etileno en paltas es alta, presentando un rango que varía entre 10 y 100 μ l C₂H₄/Kg-Hr (REÍD, 1992).

El etileno es vital en el proceso de maduración de la palta ya que actúa como uno de los gatilladores de ésta. Sin embargo, para que la maduración de la palta ocurra se requiere la continua presencia de etileno. Se ha demostrado que inmediatamente después de cosecha el fruto no responde al etileno, lo que se explicaría por la presencia de un inhibidor endógeno presente en el fruto cuando está en el árbol, el que permanecería por aproximadamente 24 horas después de cosecha (MILNE, 1998).

La concentración de etileno que se requiere para la maduración de la mayoría de los frutos se encuentra entre 0.1-1 ppm, siendo para la palta 0.1 ppm (REÍD, 1992).

2.6.4. Daños patológicos:

Las pudriciones fungosas de postcosecha están asociadas a daños mecánicos en la cosecha, uso de altas temperaturas y al embalaje con polietileno (MORALES, BERGERyLUZA, 1979).

Según KADER (1988) las paltas se pueden ver afectados 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, SALAS (1990) determinó que el micelio presente en el pedúnculo de sus paltas correspondió a Penicillium sp. y Fusarium sp., mientras que el micelio de la piel del fruto correspondió a Alternaria sp.; este último causante de las pudriciones observadas por VALDIVIESO (1987). Por otro lado, estudios realizados por

MORALES, BERGER y LUZA (1979) permitieron aislar con mayor frecuencia Penicillium expansum, Botrytis cinérea y Colletotrichum gloesporioides.

La sintomatología que presentan los frutos atacados por Penicillium expansum es una pudrición blanda y húmeda, con el desarrollo 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 heridas (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

El daño presentado por Botrytis cinérea se manifiesta como una pudrición blanda y húmeda, aislada preferentemente a la salida del almacenaje refrigerado. Penetra en forma directa y es encontrado con bastante frecuencia en paltas en almacenaje (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

Los síntomas manifestados por el ataque de Colletotrichum gloesporioides generalmente es en forma circular, con decoloración de la epidermis y posterior oscurecimiento de ella. Este hongo afecta la pulpa, pudiendo llegar hasta la semilla. Se presenta en todas las variedades de paltas, penetrando sólo en frutos dañados. Se cree que se establece como una infección latente sobre el fruto, mayoritariamente en las lenticelas; si el fruto está maduro, el patógeno penetra por heridas mecánicas o causadas por insectos (MORALES, BERGER y LUZA, 1979).

2.6.5. Daños físicos:

Los daños físicos pueden ser el resultado de maltratos en los productos frescos. Los machucones y otras heridas provocan una mayor producción de etileno, lo que puede acelerar la respiración, causar problemas de deterioro o iniciar la maduración de la fruta (REYBERT y FURLANI, 1995).

Los machucones generalmente dañan las barreras naturales de la fruta, ubicadas sobre su superficie, aumentando las posibilidades de pérdida de agua y el ingreso de organismos de pudrición (MITCHELL y DINAMARCA, 1988).

2.7. Desórdenes fisiológicos:

Un desorden fisiológico constituye una alteración en el tejido del fruto, que no se origina ni por patógenos ni por daños mecánicos, pudiendo desarrollarse por deficiencias nutricionales o como respuesta a un ambiente adverso, como por ejemplo, temperatura o composición atmosférica (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995).

EAKS (1976), citado por AGUIRRE (1994), observó en frutos de palto una interacción entre el tiempo y temperatura de almacenaje en la incidencia de los desórdenes fisiológicos asociados a daños por frío. El almacenaje de paltas a temperaturas inferiores a 10°C, pero superiores a 0°C por períodos relativamente largos, siempre provoca daños por frío.

En la palta, los daños por baja temperatura tienen distintas manifestaciones, que si bien se pueden presentar durante el almacenaje refrigerado, generalmente se expresan o intensifican luego de transferir la fruta a temperatura ambiente (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995).

Según estos autores las principales alteraciones fisiológicas descritas en paltas almacenadas son pardeamiento externo, pardeamiento de pulpa, manchas de pulpa y pardeamiento vascular, todas generalmente asociadas a daños por frío.

El pardeamiento externo se manifiesta de preferencia en la zona distal del fruto y se caracteriza por producir manchas oscuras en la piel, irregulares y claramente delimitadas. Estas aparecen a los pocos días de estar sometida la fruta a

temperaturas muy bajas. El síntoma se limita a la piel y no penetra a la pulpa (BERGER, 1996).

Según BERGER (1996), en el pardeamiento de pulpa, la zona amarilla presenta 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 la pulpa se caracterizan por presentar en la zona amarilla de la pulpa manchas claramente delimitadas, de color pardo o gris claro a pardo oscuro; a veces su presencia puede visualizarse en forma inmediata al ser cortada, aumentando la intensidad del pardeamiento con el tiempo de exposición al aire (BERGER, 1996).

En el pardeamiento vascular, los haces vasculares cambian su color verde claro amarillento a pardo claro o negro. Los primeros síntomas aparecen en la porción distal del fruto como un punteado, pudiendo extenderse a lo largo de la pulpa en casos severos. El síntoma se visualiza cuando la fruta es cortada, pero después es más evidente (AGUIRRE, LIZANA y BERGER, 1995; BERGER, 1996).

2.8. Métodos de conservación del fruto:

Las condiciones de conservación deben establecerse de acuerdo con las características fisiológicas, sensibilidad a los daños mecánicos, tolerancia a las bajas temperaturas y a elevados niveles de CO₂ o bajos de O₂, sensibilidad al etileno, pérdidas de peso y susceptibilidad al ataque fúngico (ALIQUE y ZAMORANO, 1998).

2.8.1. Temperatura:

El almacenaje con bajas temperaturas es el principal mecanismo para extender la vida de productos agrícolas perecibles. Esta actúa disminuyendo el metabolismo de los productos y su deterioro (VUTHAPANICH y HOFMAN, 1998).

Las temperaturas que deberían usarse para prolongar la vida en almacenaje de la palta están limitadas al daño por frío. Por ésto, se han empleado medios adicionales de disminución de la tasa respiratoria para retrasar la maduración (BERGER, 1996).

La tasa de respiración de las frutas y hortalizas aumenta con una tasa de 2 a 2.5 por cada 10°C de aumento en la temperatura, entre los 0 y 35°C (PHAN et al., 1979).

MITCHEL y DINAMARCA (1988) señalan que el efecto de la temperatura de almacenaje es uno de los factores más importantes para prolongar la vida útil de productos hortofrutícolas. Sin embargo, el uso de temperaturas bajo o sobre las recomendadas y la demora en extraer el calor de campo del producto aceleran el proceso de deterioro de la fruta.

De acuerdo a SWARTS (1984), citado por AGUIRRE (1994), debe disminuirse al mínimo el tiempo entre cosecha e inicio de almacenaje refrigerado, siendo además favorable para mantener la firmeza de la pulpa, realizar un enfriamiento forzado.

Según RODRÍGUEZ (1989), la respuesta de la palta a bajas temperaturas de almacenamiento difiere para las distintas variedades. Algunas soportan períodos prolongados a 6°C, mientras que otras no toleran temperaturas inferiores a 13°C.

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

2.8.2. Humedad relativa:

Este factor es muy importante, ya que la deshidratación puede ser un problema serio en productos frescos. Después de la cosecha la pérdida de agua no puede ser repuesta por la planta, lo que conlleva a una disminución en el peso, y muchos productos muestran signos de arrugamiento y marchitamiento después de perder de un 3 a un 5% de su peso inicial (PROVOSTE, 1995).

La mayoría de las frutas tienen una presión de vapor equivalente a un 99% de humedad relativa, por lo tanto, si en cámara existe una menor presión de vapor de agua, se traduce en una pérdida de agua por parte del fruto (BERGER, 1996).

Según el mismo autor la mayoría de los ensayos de almacenaje de paltas han utilizado humedades relativas que fluctúan entre 90 y 95%, permitiendo que el fruto presente una deshidratación muy leve sin afectar su valor comercial.

2.8.3. Modificación atmosférica:

Las atmósferas modificada y controlada consisten en la alteración de la atmósfera que rodea al fruto con respecto a la composición natural del aire, involucra una reducción en las concentraciones de oxígeno y aumento de anhídrido carbónico, diferenciándose sólo en el grado de control, donde la atmósfera controlada es más exacta (BERGER, 1996).

Altas concentraciones de CO₂ reducen la velocidad de respiración y producción de etileno en diversos frutos climactericos. Aplicaciones de CO₂ en manzanas y peras inhibe varias enzimas respiratorias del ciclo de Krebs, particularmente succinato deshidrogenasa. Por otro lado, altas concentraciones de CO₂ en manzanas y paltas almacenados a 20°C, inhiben la conversión de ACC a etileno, vía actividad de EFE (SAUCEDO, ACEVES y MENA, 1991).

El incremento de CO₂ posee un rol más significativo que la disminución de O₂ para controlar el ablandamiento de pulpa y los desórdenes fisiológicos durante el almacenaje (AGUIRRE, 1994).

El uso de atmósfera controlada permite retardar la senescencia y la maduración, reducir la sensibilidad de la pulpa a la acción del etileno, y además disminuye la incidencia y severidad de ciertos desórdenes fisiológicos (BERGER, 1996).

Los niveles de gases más adecuados de una atmósfera controlada serían 3-5% de O₂ y 5-10% de CO₂ a 7°C, obteniéndose un buen almacenaje de cuatro a seis semanas, según la variedad (BERGER, 1996).

2.8.4. Retardadores de la madurez:

2.8.4.1. Ceras:

Todo organismo está cubierto por algún tejido o tipo de envoltura que juega un rol importante en la deshidratación, intercambio gaseoso, ataque de patógenos y resistencia a daños físicos.

Las ceras al utilizarse sobre los frutos pueden reducir la pérdida de agua, reemplazar las ceras naturales removidas durante el lavado o manipuleo de la fruta, actuar como transporte de fungicidas o para mejorar la apariencia cosmética de la fruta (MITCHELL y DINAMARCA, 1988).

MARURI (1990) señala que la película depositada por las emulsiones de cera es más permeable al dióxido de carbono que al oxígeno; esto explica el hecho que el encerado ocasione una reducción en el consumo de oxígeno, mientras que la tasa de producción de CO₂ permanece invariable.

Sin embargo, el uso de ceras tiene limitaciones, dado la restricción que ejerce en el intercambio de los gases respiratorios, lo que puede ocasionar sabores no deseables y cambios de color (VALDIVIESO, 1987).

2.8.4.2. Absorbedores de etileno:

La eliminación del etileno del ambiente de almacenaje ayuda a prolongar la vida útil de la palta por retrasar el proceso de maduración (KADER, 1988)

Existen métodos físicos y químicos para reducir la concentración de etileno en el aire de la cámara. El más elemental consiste en asegurar una buena ventilación con el aire procedente del exterior, pero sólo se aplica cuando no existe un gradiente de temperatura muy acusado entre el aire del exterior y el aire de la cámara (REÍD, 1985; vVILLS et al., 1989).

Estos mismos autores señalan que el uso del permanganato de potasio como agente oxidante permite oxidar el etileno a CO₂ y agua. Esto también se obtiene mediante el uso de ozono como agente para llevar a cabo el proceso oxidativo. Sin embargo, el ozono es un producto reactivo que corroe las tuberías metálicas y los equipos de las instalaciones de refrigeración y puede reaccionar con los derivados del papel utilizados para el embalaje; lesiona con facilidad a los productos almacenados y puede ser tóxico para el hombre, incluso a bajas concentraciones.

La generalización del uso del ozono se ha visto entorpecida por las dificultades de controlar su concentración, lo que ha derivado al uso del oxígeno ionizado como agente oxidativo (WILLS et al., 1989).

2.9. Oxígeno ionizado:

La radiación ionizante aplicada a los frutos, por lo general ocasiona un retardo en la maduración, reduce al mínimo la infección por insectos y provoca un retardo en la descomposición microbiana (PABLO, AKAMINE y CHACHIN, 1979).

El oxígeno ionizado se obtiene manipulando las intensidades relativas de la radiación a 185 nanómetros y 254 nanómetros que llegan a una cámara de reacción. El oxígeno ionizado es más reactivo que el ozono y reacciona por lo tanto más de prisa con el etileno y otros productos volátiles introducidos en la cámara de reacción, mientras que el exceso de oxígeno ionizado se convierte rápidamente en oxígeno molecular (WILLS et al., 1989).

2.9.1. Modo de acción del equipo ionizador:

Los equipos ionizadores funcionan con energía eléctrica y poseen además un panel de control ubicado fuera de la cámara, próximo a la puerta de entrada, que permite verificar desde el exterior si se encuentra activado (INTEROZONE, 1993).

El empleo de ionización del ambiente en cámaras de almacenaje refrigerado se basa en una tecnología que consiste en la absorción del oxígeno (O_2) de la atmósfera de la cámara, el que pasa a través del equipo ionizador que lo fragmenta en iones de oxígeno (O) liberándolos nuevamente a la atmósfera de la cámara, donde reaccionan con el etileno y otros compuestos volátiles dando como resultado CO_2 y agua (INTEROZONE, 1993).

2.9.2. Ventajas del uso del oxígeno ionizado:

Entre las ventajas de la utilización del oxígeno ionizado para el proceso de maduración se encuentran:

- No se necesita renovación del aire, reduciendo sensiblemente la pérdida de frío, por tanto se evita un elevado consumo energético.
- Hay una disminución del oxígeno atmosférico y un aumento del anhídrido carbónico como consecuencia de la descomposición del etileno, favoreciendo las condiciones, junto con la temperatura, para mantener una atmósfera modificada.
- Las condiciones de una atmósfera modificada mantenida por el sistema provoca un efecto antimicrobiano y antifúngico, sobre todo fungiestático y bacteriostático dificultando que microorganismos patógenos se desarrollen.
- El oxígeno ionizado es muy reactivo, eliminando el etileno y otros productos volátiles, actuando en la desodorización del ambiente (eliminación de los compuestos aromáticos, malos olores), mediante reacciones de oxidación. Además, el oxígeno ionizado se convierte rápidamente en oxígeno molecular.
- Se evita el efecto autocatalítico del etileno.
- Se evita el deterioro posterior de la recolección conservando las características organolépticas de la fruta.
- Ausencia de efectos residuales, las reacciones de oxidación se dan en el interior del generador, no deja traza alguna (INGENIERÍA ECOLÓGICA, 1990).

2.9.3. Antecedentes de su utilización:

Un ensayo realizado en kiwi almacenados en bins durante tres meses y sometidos a ionización constante en cámara fría, presentó menor incidencia de Botrytis cinérea que el tratamiento testigo (PINILLA, ALVAREZ y GODOY, 1996).

El almacenaje de tomates en cámara refrigerada con un generador de oxígeno ionizado permitió controlar los niveles de etileno presentes en la cámara, retrasando los cambios experimentados por los frutos durante la madurez y consiguiendo además una disminución de la carga patógena, especialmente de Botrytis cinérea (ROJAS, 1997).

Un trabajo realizado en limones determinó que el oxígeno ionizado ejerce un control sobre hongos como Penicillium sp. y Botrytis cinérea, y además permite retrasar el cambio de color en limones cv. Eureka (BRUNA, 1998).

MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Descripción del ensayo:

La investigación se desarrolló en el laboratorio y cámaras de refrigeración pertenecientes al área de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Para este ensayo se seleccionaron cuatro árboles de palto (Persea americana Mill.) cultivar Hass en la Estación Experimental, homogéneos, con buena carga y libre de enfermedades y plagas.

De estos árboles se eligieron frutos de calibre uniforme (200 a 250 grs.), forma y color de la variedad, sin defectos y con pedúnculo, el que se cortó de 1 cm de largo.

El momento de cosecha se determinó de acuerdo al contenido de aceite de los frutos, considerando dos niveles de madurez. Para esto se utilizó la ecuación de regresión lineal establecida por MARTÍNEZ (1984), que relaciona el contenido de humedad con el porcentaje de aceite.

Una vez cosechados los frutos se realizó una selección, para luego embalar 384 frutos en doce cajas de plástico, es decir, 32 frutos en cada caja formando cuatro grupos de ocho paltas.

3.2. Tratamientos:

Los doce tratamientos que tuvo este ensayo resultan de la combinación de tres variables: nivel de madurez, cámara de almacenaje y tiempo de almacenaje (Cuadro 1).

CUADRO 1. Tratamientos del ensayo a salidas de cámara.

| Tratamiento | Tipo de cámara | Estado de Madurez | Tiempo de almacenaje |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | Con oxígeno | 8 a 10% aceite | 25 |
| 2 | Convencional | 8 a 10% aceite | 25 |
| 3 | Con oxígeno | 8 a 10 % aceite | 35 |
| 4 | Convencional | 8 a 10 % aceite | 35 |
| 5 | Con oxígeno | 8 a 10% aceite | 45 |
| 6 | Convencional | 8 a 10% aceite | 45 |
| 7 | Con oxígeno | 10,1 a 12 % aceite | 25 |
| 8 | Convencional | 10,1 a 12 % aceite | 25 |
| 9 | Con oxígeno | 10,1 a 12% aceite | 35 |
| 10 | Convencional | 10,1 a 12% aceite | 35 |
| 11 | Con oxígeno | 10,1 a 12 % aceite | 45 |
| 12 | Convencional | 10,1 a 12 % aceite | 45 |

3.2.1. Nivel de madurez:

El ensayo contempló la utilización de frutos de palta Hass con dos niveles de madurez, el primero con un contenido de aceite entre 8 y 10% y el segundo en el rango de 10.1 y 12% de aceite.

3.2.2. Cámaras de almacenaje:

Se utilizaron dos cámaras de almacenaje refrigeradas, una convencional como testigo a una temperatura de $7^{\circ}\pm 1^{\circ}$ C y una humedad relativa del 90% y otra cámara, con las mismas características, pero equipada con un generador de oxígeno ionizado.

3.2.3. Tiempo de almacenaje:

Luego de 25, 35 y 45 días de almacenaje refrigerado, los frutos fueron sometidos a diferentes evaluaciones. Posteriormente, se dejaron los frutos a temperatura ambiente por un período de diez días, simulando así el período de comercialización. Luego de este período se sometió a los frutos a diferentes evaluaciones para observar el efecto del estado de madurez, tipo de cámara y tiempo de almacenaje.

3.3. Evaluaciones:

Se evaluaron variables cuantitativas y cualitativas, a salida de cámara de refrigeración y luego al momento del análisis sensorial.

En cada fecha de evaluación se midieron 32 frutos por tratamiento, que corresponden a cuatro repeticiones cada una con ocho frutos.

Una vez terminado el período de almacenaje refrigerado se midió la totalidad de frutos de cada repetición las variables peso, evolución del color y daños patológicos, mientras que para la resistencia de la pulpa a la presión y los desórdenes fisiológicos se utilizó sólo cuatro frutos por repetición. Los cuatro frutos restantes se dejaron para el período de comercialización simulado, después del cual se evaluó todas las variables antes mencionadas y además se realizó el panel de degustación.

3.3.1. Variables cuantitativas:

Se midieron las siguientes variables:

- Pérdida de peso:

Se pesó cada fruto al inicio del ensayo, posteriormente a salida de cámara refrigerada y por último después del período de comercialización simulada. De este

modo, se determinó el porcentaje de pérdida de peso de los frutos correspondiente a la deshidratación del producto tanto en almacenaje refrigerado como en comercialización.

- Resistencia de pulpa a la presión:

Esta se midió con un presionómetro de vástago 5/16", (0,66 cm²) a ambos lados de la zona ecuatorial del fruto.

La medición se realizó en cada fecha de evaluación, a salida del almacenaje refrigerado. También se realizaron mediciones el mismo día en que se hizo el panel de degustación con la finalidad de determinar el estado de madurez de la fruta en dicho momento, y de esta forma tener una mejor interpretación de los resultados emitidos por los jueces.

Dado que el presionómetro utilizado entrega valores hasta un máximo de 27libras, a los frutos que presentaron resistencia de su pulpa a la presión mayor, se les asignó el máximo valor entregado por el instrumento.

- Evolución del color:

El color se midió en ambos lados de la zona ecuatorial del fruto y se evaluó al sacar la fruta de la cámara y posteriormente en el panel de degustación. Se utilizó un colorímetro, marca MINOLTA modelo C200, obteniendo un valor numérico del color mediante los parámetros L, a y b. En base a estos valores se determinó la relación a/b que indica la evolución de un color verde a negro. Es así como la obtención de una relación a/b menor indicaría un color más verde de las paltas, mientras que valores más altos indicarían una coloración tendiente al negro violáceo.

- Concentración de etileno en la cámara:

Se tomaron muestras de aire de la cámara en jeringas de 50 cc. La obtención de estas muestras se realizó succionando el aire por medio de una cañería que conecta el sector que está bajo el ventilador de la cámara (que es donde el aire es más homogéneo), con el exterior.

Estas tomas de muestras se hicieron a los 25, 35 y 45 días post almacenaje y se enviaron a la Fundación de Desarrollo para la Fruticultura (F.D.F.) para su análisis.

3.3.2. Variables cualitativas:

Se evaluaron las siguientes variables:

- Desórdenes fisiológicos internos:

Luego del período de almacenaje refrigerado y diez días posterior a éste, momento de la realización del panel de degustación, se tomaron 16 paltas las que fueron cortadas longitudinalmente. En ellas se evaluó visualmente la presencia o ausencia de desórdenes fisiológicos internos, determinando el porcentaje de aparición de estos.

Daños patológicos:

Luego del período de almacenaje refrigerado y en el momento de la realización del panel de degustación, se evaluó visualmente, en base a presencia o ausencia, la existencia de daños patológicos externos en la totalidad de las paltas.

- Análisis sensorial:

Con el objeto de determinar si la utilización de oxígeno ionizado como medio de

almacenaje produjo alteraciones en las características organolépticas de la palta, se efectuó un panel de degustación diez días después de sacada la fruta del almacenaje refrigerado. En éste la fruta fue calificada por 15 jueces no entrenados.

Los frutos se analizaron sobre la base de apariencia interna de pulpa, sabor, textura y aroma (Cuadro 2).

CUADRO 2. Calificación de la fruta según su apariencia interna de pulpa, sabor, textura y aroma.

| Calificación | Apariencia interna de pulpa | Sabor | Textura | Aroma |
|--------------|-----------------------------|-----------|------------|------------------|
| 1 | Muy Buena | Muy Bueno | Muy gruesa | Muy agradable |
| 2 | Buena | Bueno | Gruesa | Agradable |
| 3 | Regular | Regular | Media | Regular |
| 4 | Mala | Malo | Suave | Desagradable |
| 5 | Muy mala | Muy malo | Muy suave | Muy desagradable |

3.4. Diseño Estadístico:

Para el análisis estadístico del porcentaje de pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión, porcentaje de desórdenes fisiológicos y evolución del color se aplicó el Modelo Completo al Azar con arreglo factorial ($2 \times 2 \times 3$) que considera dos estados de madurez, dos tipos de cámara y tres fechas de evaluación, dando origen a 12 tratamientos. Se consideró un error del 5%.

Para el análisis de panel de degustación, se utilizó el Test No-Paramétrico de Freedman, considerando un error del 5%.

Estos tratamientos tuvieron cuatro repeticiones cada uno, y cada repetición tuvo ocho frutos.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre paltas cv. Hass, a salida de cámara.

4.1.1. Pérdida de peso:

La deshidratación leve de los frutos de palta no presenta síntomas visibles, sin embargo, implica una pérdida de peso en la fruta, lo que se traduce en una pérdida económica al momento de su comercialización (BERGER y GALLETI, 1987).

En el análisis estadístico para la variable pérdida de peso se determinó que existe efecto significativo del índice de madurez, el tiempo de almacenaje, la interacción del índice de madurez con el tiempo de almacenaje, del tipo de cámara con el tiempo de almacenaje y del efecto conjunto de los tres factores (Cuadro 3).

Al analizar el factor tiempo de almacenaje se observa que hubo diferencias en cada una de las fechas, siendo la primera de 25 días, la que presentó el menor porcentaje de disminución de peso. A medida que transcurre el tiempo de almacenaje se incrementa el porcentaje de pérdida de peso llegando a superar un 5% a los 45 días. Estos resultados coinciden con los obtenidos por FRÍAS (1995) en los cultivares Hass, Gwen y Whitsell.

Del cuadro de interacción se desprende que el efecto conjunto de 45 días de almacenaje, con oxígeno ionizado y el mayor nivel de madurez provoca la máxima deshidratación, con una diferencia significativa con el total de los restantes tratamientos. Esto se debería a que el oxígeno ionizado es sumamente reactivo y una de las formas tóxicas del oxígeno para los organismos vivos. De esta forma al encontrarse el oxígeno ionizado con un sistema biológico se genera una gran

variedad de reacciones de oxidación incontroladas e indeseables que llevan a la destrucción oxidativa de los componentes celulares vitales. La presencia de pigmentos carotenoides permite amortiguar los efectos del oxígeno atómico transformándolo en una molécula no tóxica (BROCK y MADIGAN, 1993). Sin embargo, debido a que los frutos de palta prácticamente no poseen dichos pigmentos, el oxígeno ionizado produjo un daño a nivel celular el que se evidenció en la piel la que presentó un pardeamiento de sus (entícelas. Lo anterior habría provocado un aumento en la deshidratación de los frutos, originando ésta una mayor pérdida de peso, evidenciándose sólo diferencia estadística en frutos con 10,1 a 12% de aceite almacenados con generador de oxígeno ionizado por 45 días.

CUADRO 3. Efecto de la interacción de los factores tiempo de almacenaje, tipo de cámara y estado de madurez sobre el porcentaje de pérdida de peso de las paltas cv. Hass.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Pérdida de peso promedio |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| 25 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,5 A |
| 25 | Convencional | 8 a 10 | 2,56 A |
| 25 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,75 A B |
| 25 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,98 B |
| 35 | Con oxígeno | 8 a 10 | 4,08 C |
| 35 | Convencional | 8 a 10 | 3,78 C |
| 35 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 4,06 C |
| 35 | Convencional | 10,1 a 12 | 3,98 C |
| 45 | Con oxígeno | 8 a 10 | 5,01 D |
| 45 | Convencional | 8 a 10 | 4,9 D |
| 45 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 5,85 E |
| 45 | Convencional | 10,1 a 12 | 5,16 D |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

4.1.2. Resistencia de la pulpa a la presión:

En el análisis estadístico a los datos de resistencia de la pulpa a la presión se observó efecto significativo del tiempo de almacenaje y de la interacción entre índice de madurez con tiempo de almacenaje. Es así como los frutos cosechados con un mayor porcentaje de aceite presentaron, luego de 35 y 45 días de almacenaje refrigerado, una menor resistencia de la pulpa a la presión. De la misma forma, la prolongación del período de almacenaje generó diferencias en la respuesta al ablandamiento de los frutos, registrándose las menores presiones a los 45 días de almacenaje (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por CHANDLER (1962) quien señala que frutos con un mayor contenido de aceite presentan una menor resistencia de la pulpa a la presión, suceso que también fue observado por BARRIENTOS (1993) PROVOSTE (1995) y FRÍAS (1995).

En relación a lo anterior, ZAUBERMAN (1988) señala que el patrón climactérico de frutos de palto cosechados en diferentes estados de madurez es similar, sin embargo, el período preclimactérico se acorta a medida que el fruto es cosechado más maduro, adelantando el proceso de maduración.

Con respecto a los frutos almacenados por 25 días, no fue posible observar diferencias en la resistencia de la pulpa a la presión debido a que la gran mayoría de los frutos tenían al finalizar su período de almacenaje más de 27 libras, máximo valor que entrega el instrumento.

Si bien, el análisis estadístico determinó que no existe efecto significativo del almacenaje refrigerado con generador de oxígeno ionizado, los valores de resistencia de la pulpa a la presión de la fruta almacenada en estas condiciones siempre fueron más altos con respecto a los almacenados en cámara convencional. Esto se puede explicar por el retraso de la maduración generada por la baja

concentración de etileno, que existió en la cámara con generador de oxígeno ionizado durante todo el ensayo (Cuadro 5).

CUADRO 4. Efecto del tiempo de almacenaje e índice de madurez sobre la resistencia de la pulpa a la presión de paltas cv Hass.

| Tiempo de almacenaje (días) | índice de madurez (% aceite) | Resistencia promedio de la pulpa a la presión (lb). |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| 25 | 8-10 | 26,17 D |
| 25 | 10,1-12 | 26,29 D |
| 35 | 8-10 | 11,53 C |
| 35 | 10,1-12 | 8,79 B |
| 45 | 8-10 | 5,98 B |
| 45 | 10,1-12 | 4,07 A |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de Tukey.

CUADRO 5. Resistencia promedio de la pulpa a la presión de los frutos a salida de cámara con Oxígeno ionizado y sin Oxígeno ionizado.

| Tratamiento con Oxígeno ionizado | Resistencia de la pulpa a la presión (lb) | Tratamiento sin Oxígeno ionizado | Resistencia de la pulpa a la presión (lb) |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 1 | 26,26 | 2 | 26,08 |
| 3 | 12,00 | 4 | 11,06 |
| 5 | 6,16 | 6 | 5,80 |
| 7 | 26,39 | 8 | 26,19 |
| 9 | 9,26 | 10 | 8,32 |
| 11 | 4,25 | 12 | 3,88 |

4.1.3. Desórdenes fisiológicos internos:

El análisis estadístico realizado a la variable porcentaje de desórdenes fisiológicos de frutos recién sacados de almacenaje, muestra que sólo existe efecto significativo

del tiempo de almacenaje. Es así como no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los frutos almacenados por 25 y 35 días. Sin embargo, existió diferencia significativa con los frutos almacenados por 45 días en los que un 14,58% de frutos presentaron desórdenes fisiológicos internos (Cuadro 6).

CUADRO 6. Efecto del tiempo de almacenaje en el desarrollo de desórdenes fisiológicos en paltas cv. Hass.

| Tiempo de almacenaje (días) | Promedio de desórdenes fisiológicos (%) | |
|-----------------------------|---|---|
| 25 | 0 | A |
| 35 | 5 | A |
| 45 | 14,58 | B |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de Tukey.

Por lo general, los desórdenes fisiológicos observados corresponden a manchas de la pulpa y pardeamiento vascular, los que se deberían a daño por frío el que no es aparente durante el almacenaje refrigerado, sino que aparece cuando la fruta es retirada del frío para comercializarla.

Según AGUIRRE, LIZANA y BERGER (1995) no es sólo la baja temperatura la que determina la magnitud del daño, sino que también el tiempo que ha permanecido a bajas temperaturas. Por otro lado, TRUTER et al. (1992) establecen que la actividad de la polifenoloxidasa, enzima asociada al pardeamiento interno de los frutos, aumenta justo antes del ablandamiento de las paltas. Considerando que los frutos almacenados por 45 días ya presentaban un grado de ablandamiento avanzado, es explicable una mayor presencia de desórdenes fisiológicos en éstos.

4.1.4. Evolución del color:

El análisis estadístico realizado para la variable evolución del color determinó que existe efecto significativo de los índices de madurez, del tipo de cámara, del tiempo

de almacenaje y de las interacciones entre índice de madurez con tipo de cámara, tipo de cámara con tiempo de almacenaje y la interacción de los tres factores (Cuadro 7).

CUADRO 7. Efecto de la interacción de los factores tiempo de almacenaje, tipo de cámara y estado de madurez sobre la evolución del color de las paltas cv. Hass.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Promedio de la relación a/b |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------|
| 25 | Con oxígeno | 8 a 10 | -0,66 A |
| 25 | Convencional | 8 a 10 | -0,68 A |
| 25 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | -0,64 A B |
| 25 | Convencional | 10,1 a 12 | -0,61 A B C |
| 35 | Con oxígeno | 8 a 10 | -0,48 C D |
| 35 | Convencional | 8 a 10 | -0,09 F |
| 35 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | -0,51 B C |
| 35 | Convencional | 10,1 a 12 | 0,26 G |
| 45 | Con oxígeno | 8 a 10 8 a | -0,36 D E |
| 45 | Convencional | 10 10,1 a | 0,56 H |
| 45 | Con oxígeno | 12 10,1 a | -0,34 E |
| 45 | Convencional | 12 | 0,83 I |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

La evolución del color muestra diferencias significativas a partir de los 35 días de almacenaje refrigerado. Se observa que el uso de generador de oxígeno ionizado retrasa la evolución del color independiente del índice de madurez de la fruta. Esto indicaría que el generador de oxígeno ionizado, al bajar los niveles de etileno es capaz de retardar el proceso de maduración, lo que se refleja en la retención del color de la epidermis, presentando las paltas una relación a/b menor.

Con respecto al tiempo de almacenaje, es claro que a medida que éste avanza las paltas tienen una relación a/b mayor, lo que implica que éstas comienzan a adquirir una coloración tendiente al negro violáceo.

4.1.5. Daños patológicos:

Si bien el uso de generador de oxígeno ionizado es recomendado por su efecto antifúngico y antimicrobiano, en este ensayo no se pudo corroborar esto debido a que durante los distintos períodos de almacenaje no se presentaron daños patológicos en ningún tratamiento.

4.2. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre paltas cv. Hass. después de un periodo de comercialización simulado.

4.2.1. Pérdida de peso:

En el análisis estadístico realizado a la variable pérdida de peso después de un tiempo de comercialización simulado, se determinó que existe efecto significativo del tipo de cámara y de las interacciones entre índice de madurez con tiempo de almacenaje más período de comercialización y del tipo de cámara con tiempo de almacenaje más período de comercialización (Cuadros 8 y 9).

Si bien a los 25 y 35 días existe diferencia significativa de la interacción de estos factores, su comportamiento fue errático, no mostrando una tendencia clara. Considerando que el período de comercialización simulado se realizó en las mismas condiciones para todos los tratamientos, y que los datos entregados en el Cuadro 9 corresponden solamente al porcentaje de pérdida de peso experimentado durante éste, se puede suponer que el tiempo de almacenaje previo, conjuntamente con el

índice de madurez, no inciden en la pérdida de peso experimentada por los frutos durante el período de comercialización simulada.

CUADRO 8. Efecto de la interacción del tiempo de almacenaje e índice de madurez sobre el porcentaje de pérdida de peso de las paltas cv. Hass, después de un período de comercialización simulada.

| Tiempo de almacenaje y comercialización (días) | Índice de madurez (% aceite) | Pérdida de peso promedio (%) |
|--|------------------------------|------------------------------|
| 25+10 | 8-10 | 4,55 A |
| 25+10 | 10,1-12 | 5,26 B |
| 35+10 | 8-10 | 5,28 B |
| 35+10 | 10,1-12 | 4,66 A |
| 45+10 | 8-10 | 5,03 A B |
| 45+10 | 10,1-12 | 4,80 A B |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

CUADRO 9. Efecto de la interacción del tiempo y tipo de almacenaje sobre el porcentaje de pérdida de peso de las paltas cv. Hass, después de un período de comercialización simulada.

| Tiempo de almacenaje y comercialización (días) | Tipo de almacenaje | Pérdida de peso promedio (%) |
|--|--------------------|------------------------------|
| 25+ 10 | Con oxígeno | 5,09 B C |
| 25+10 | Convencional | 4,72 A B |
| 35+ 10 | Con oxígeno | 5,29 C D |
| 35+10 | Convencional | 4,65 A B |
| 45+10 | Con oxígeno | 5,64 D |
| 45+10 | Convencional | 4,22 A |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

De acuerdo al análisis estadístico realizado, se observa que después de los 35 días existe un efecto significativo de la interacción del tiempo de almacenaje más período de comercialización con el tipo de almacenaje, siendo las paltas almacenadas por 35 y 45 días sin generador de oxígeno ionizado las que presentan una menor deshidratación durante todo el período de comercialización.

Como anteriormente fue señalado el uso de oxígeno ionizado en paltas provocaría un conjunto de reacciones de oxidación no deseadas, generando un daño a nivel celular lo que se traduce en un aumento en la tasa respiratoria y en la transpiración de los frutos. Esto se acentúa en la medida que el tiempo de almacenaje en la cámara con generador de oxígeno ionizado aumenta, debido al incremento de daño en los frutos producto del mayor tiempo de exposición.

Cabe destacar que la pérdida de peso no superó el 10%, valor que se menciona como umbral de deshidratación y que afecta la apariencia del producto (LUZA, BERGER y LIZANA, 1979).

4.2.2. Resistencia de la pulpa a la presión:

En el análisis estadístico realizado a los datos de resistencia de pulpa a la presión posterior a un período de comercialización simulado, se determinó que existe efecto significativo solamente del tiempo de almacenaje y comercialización (Cuadro 10).

Del cuadro 10 se desprende que la resistencia promedio de la pulpa a la presión disminuye al aumentar el período de almacenaje y comercialización, lo que concuerda con BIALE (1941) citado por FRÍAS (1995), quien establece que a mayor tiempo de almacenaje el máximo respiratorio y posterior ablandamiento es alcanzado en menor tiempo después de un almacenaje en frío.

CUADRO 10. Efecto del tiempo de almacenaje en la resistencia de la pulpa a la presión en paltas cv. Hass, después de un periodo de comercialización simulada.

| Tiempo de almacenaje y comercialización (días) | Resistencia promedio de la pulpa a la presión (lb). |
|--|---|
| 25+ 10 | 2,29 C |
| 35+10 | 1,75 B |
| 45+ 10 | 1,55 A |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de Tukey.

4.2.3. Desórdenes fisiológicos internos:

En el análisis estadístico realizado a la variable porcentaje de desórdenes fisiológicos después de un período de comercialización simulado, se determinó que existe efecto significativo solamente del tiempo de almacenaje y comercialización (Cuadro 11).

CUADRO 11. Efecto del tiempo de almacenaje y comercialización en el desarrollo de desórdenes fisiológicos en paltas cv. Hass, después de un período de comercialización simulada.

| Tiempo de almacenaje y comercialización (días) | Promedio de desórdenes fisiológicos (%) |
|--|---|
| 25+10 | 14,58 A |
| 35+10 | 27,08 A |
| 45+10 | 41,67 B |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de Tukey.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que los desórdenes a los que los desórdenes fisiológicos se expresan e intensifican luego de someter la fruta a

un período de comercialización simulado, siendo mayor la aparición de estos al incrementarse el período de almacenaje refrigerado. Esto concuerda con lo sostenido por AGUIRRE, LIZANA y BERGER (1995).

La diferencia estadística observada entre los frutos almacenados por 25 y 35 días con los almacenados por 45 días se explica por la menor resistencia de la pulpa a la presión de éstos. Como anteriormente fue señalado, el aumento de la aparición de desórdenes fisiológicos está relacionado con el mayor ablandamiento de la fruta lo que es acompañado de un incremento de la actividad de la enzima polifenoloxidasasa.

4.2.4. Evolución del color:

Después del análisis estadístico realizado a la relación a/b que indica la evolución de color de las paltas, se determinó que existe efecto significativo de los índices de madurez, tipo de cámara y de las interacciones entre índice de madurez con tipo de cámara, tipo de cámara con tiempo de almacenaje y la interacción de los tres factores (Cuadro 12).

En el cuadro 12 se puede observar que a medida que pasa el tiempo de almacenaje, los frutos almacenados en cámara convencional con 10,1 a 12% de aceite evolucionaron en forma más rápida al color negro violáceo característico del cultivar, registrando una relación a/b mayor. Cabe destacar que esta fruta presentaba una vez terminado el período de almacenaje refrigerado un color más violáceo que el resto de los frutos.

En términos generales, una vez que la fruta es sacada de la cámara de refrigeración y sometida al período de comercialización, ésta sigue evolucionando en la toma de color sin tener una influencia clara el tipo de cámara utilizada.

CUADRO 12. Efecto de la interacción de los factores tiempo de almacenaje, tipo de cámara y estado de madurez sobre la evolución del color de las paltas cv. Hass, después de un periodo de comercialización simulada.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Promedio de la relación a/b |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 25 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 0,69 A |
| 25 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 0,96 A B |
| 25 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 0,89 A |
| 25 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 1,64 E |
| 35 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 0,77 A |
| 35 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 1,00 A B C |
| 35 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 1,00 A B C |
| 35 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 1,62 D E |
| 45 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 0,86 A |
| 45 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 0,93 A |
| 45 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 1,28 B C D |
| 45 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 1,32 C D E |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

4.2.5. Daños patológicos:

De la misma forma que lo ocurrido con la fruta después del almacenaje refrigerado, no se observaron daños patológicos luego del período de comercialización simulado.

4.3. Evaluación del tipo de cámara, el estado de madurez y el tiempo de almacenaje sobre las características organolépticas de paltas cv. Hass, después de un período de comercialización.

4.3.1. Apariencia interna:

En el Cuadro 13 se observa que sin variar el tiempo de almacenaje y tipo de cámara utilizada, el índice de madurez presenta un claro efecto, presentando las paltas cosechadas con 8 a 10% de aceite una mejor calificación en cada fecha de evaluación.

CUADRO 13. Comportamiento de la apariencia interna en frutos de palto cv. Hass durante el desarrollo del panel de degustación.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Calificación promedio de apariencia interna |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| 25 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 1,5 A |
| 25 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 1,4 A |
| 25 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,1 B C D |
| 25 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 1,9 B C |
| 35 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,1 D E |
| 35 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 1,9 B |
| 35 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,7 G |
| 35 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,1 C D E |
| 45 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,3 E |
| 45 + 10 | Convencional | 8 a 10 | 2,3 E |
| 45 + 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,7 F |
| 45 + 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,5 F |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de separación de medias de Friedman.

Sin embargo, el grado de aceptación a través del tiempo fue disminuyendo en todos los tratamientos, lo que quizás se explica por el aumento de desórdenes fisiológicos que también se incrementó a través del tiempo, otorgando a la fruta una apariencia menos calificada según los panelistas.

En relación al tipo de cámara utilizada, se puede observar que ésta no tuvo efecto significativo sobre la opinión de los jueces, lo que indicaría que el oxígeno ionizado no tendría influencia sobre la apariencia de la fruta.

4.3.2. Sabor:

En el análisis estadístico realizado a la variable sabor, no se obtuvo una clara conclusión, pero se puede observar en general que las preferencias en todos los tratamientos tienden a concentrarse en las calificaciones buena y regular.

Sin embargo, en el análisis estadístico realizado, se puede observar que la fruta almacenada en *cámara* con oxígeno ionizado presenta una mayor nota promedio, esto se debería a que un porcentaje de los panelistas calificó a esta fruta como de mal sabor (Cuadro 14). Lo anterior indicaría que el oxígeno ionizado puede afectar negativamente el sabor final de la fruta.

CUADRO 14. Comportamiento del sabor en frutos de palto cv. Hass durante el desarrollo del panel de degustación.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Calificación promedio del sabor |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------------|
| 25+10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,7 C |
| 25+ 10 | Convencional | 8 a 10 | 2,3 B |
| 25+10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,4 B |
| 25+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,1 A B |
| 35+10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,9 D E |
| 35+ 10 | Convencional | 8 a 10 | 2,3 B |
| 35+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,1 E |
| 35+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,7 C D |
| 45+ 10 | Con oxígeno | 8a 10 | 2,7 C D |
| 45+ 10 | Convencional | 8a 10 | 2,7 C D |
| 45+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,3 B |
| 45+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,0 A |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de separación de medias de Friedman.

4.3.3. Textura:

En el análisis estadístico realizado a la variable textura, no se obtuvo una clara conclusión, pero se puede observar que en general, las preferencias tienden a concentrarse en las calificaciones media, suave y gruesa, independiente de los factores tiempo de almacenaje y comercialización, tipo de cámara y estado de madurez (Cuadro 15).

Lo anterior indicaría que el uso de oxígeno ionizado no provocaría alteraciones en la textura de las paltas.

CUADRO 15. Comportamiento de la textura en frutos de palto cv.Hass durante el desarrollo del panel de degustación.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Calificación promedio de la textura |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 25+10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 3,2 B C D |
| 25+ 10 | Convencional | 8 a 10 | 2,3 A |
| 25+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,3 B C D E |
| 25+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 3,4 D E F |
| 35+ 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 3,2 B C |
| 35+ 10 | Convencional | 8 a 10 | 3,1 B |
| 35+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,1 B |
| 35+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 3,5 E F G |
| 45+10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 3,7 G |
| 45+ 10 | Convencional | 8 a 10 | 3,4 D E F |
| 45+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,3 C D E F |
| 45+ 10 | Convencional | 10,1 a 12 | 3,5 F G |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P= 0,05$ según test de separación de medias de Friedman.

4.3.4. Aroma:

En el análisis estadístico realizado a la variable aroma, se pueden ver diferencias estadísticas significativas, pero éstas son erráticas y se pueden atribuir en algunos casos al tipo de cámara y, en otros, al estado de madurez. Estas diferencias estarían dadas sólo por una mayor o menor preferencia de los panelistas en las calificaciones agradable y regular. De esta forma no existiría un efecto negativo del uso de almacenaje refrigerado con generador de oxígeno ionizado sobre el aroma de las paltas (Cuadro 16).

CUADRO 16. Comportamiento del aroma en frutos de palto cv. Hass durante el desarrollo del panel de degustación.

| Tiempo de almacenaje (días) | Tipo de cámara | Estado de Madurez (% aceite) | Calificación promedio del aroma |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------------|
| 25 + 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,3 B C |
| 25+10 | Convencional | 8a10 | 2,2 A B |
| 25+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,7 F G |
| 25+10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,2 A B |
| 35+ 10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,4 C D |
| 35 + 10 | Convencional | 8a10 | 2,2 A B |
| 35+10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 3,1 H |
| 35+10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,8 G |
| 45+10 | Con oxígeno | 8 a 10 | 2,6 E F |
| 45+ 10 | Convencional | 8a10 | 2,5 D E |
| 45+ 10 | Con oxígeno | 10,1 a 12 | 2,3 B C D |
| 45+10 | Convencional | 10,1 a 12 | 2,1 A |

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de separación de medias de Friedman.

4.4. Análisis de la concentración de etileno en las cámaras:

Para comparar las concentraciones de etileno en las dos cámaras se realizaron tres mediciones a través del tiempo a los 25, 35 y 45 días (Cuadro 17). Se puede observar que a medida que transcurrió el tiempo el nivel de etileno en las cámaras no varió mayormente. Sin embargo, la concentración de etileno fue, durante todo el almacenaje refrigerado, mucho menor en la cámara con generador de oxígeno ionizado, por lo tanto, éste estaría produciendo la oxidación del etileno a CO_2 y agua (INGENIERÍA ECOLÓGICA, 1990). Estos resultados coinciden con los obtenidos por ROJAS (1997).

Debido a que los frutos de palto presentan una alta tasa de producción de etileno de 10 a 100 μ l de C_2H_4 / kg /hr (REÍD, 1992), la disminución en los niveles de esta hormona juega un rol importante en la conservación de los frutos de palta en postcosecha, permitiendo retrasar el proceso de maduración. Es así como el almacenaje refrigerado con generador de oxígeno ionizado permitió retrasar la evolución del color.

CUADRO 17. Evolución de la concentración de etileno en cámaras frigoríficas durante almacenaje de frutos de paltas cv. Hass.

| Tipo de cámara | Etileno (ppm) | Etileno (ppm) | Etileno (ppm) |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Día 25 | Día 35 | Día 45 |
| Con generador de oxígeno ionizado | 0.007 | 0.005 | 0.006 |
| Sin generador de oxígeno ionizado | 0.042 | 0.045 | 0.032 |

5. CONCLUSIONES

El uso de generador de oxígeno ionizado en paltas cv. Hass no tuvo un claro efecto en la pérdida de peso de los frutos a salidas de almacenaje refrigerado. Sin embargo, los frutos almacenados en cámara refrigerada con generador de oxígeno ionizado presentan una mayor pérdida de peso después de un período de comercialización simulado.

En relación al desarrollo de desórdenes fisiológicos y a la resistencia de la pulpa a la presión, no hay efecto del oxígeno ionizado tanto a salida de cámara como luego de un período de comercialización.

El uso de almacenaje refrigerado con generador de oxígeno ionizado retrasa la evolución del color de palta cv. Hass.

Con respecto a las variables sensoriales, el uso de oxígeno ionizado afecta negativamente sólo el sabor de las paltas.

El uso de generador de oxígeno ionizado reduce los niveles de etileno en la cámara.

6. RESUMEN

Durante el período comprendido entre el 16 de septiembre y el 20 de noviembre de 1998 se realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar el uso de oxígeno ionizado en el almacenaje de paltas cv. Hass en dos estados de madurez, 8-10% y 10,1 a 12% de aceite. El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del área de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, donde se utilizaron dos cámaras de almacenaje refrigerado, una de las cuales está equipada con generador de oxígeno ionizado.

Las mediciones se realizaron después de un período de almacenaje de 25, 35 y 45 días y luego de un período de comercialización simulada de 10 días. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión, porcentaje de desórdenes fisiológicos, daños patológicos, evolución del color, apariencia interna, sabor, textura y aroma. Además, se midió la concentración de etileno en ambas cámaras a través del tiempo.

El uso de generador de oxígeno ionizado tuvo como efecto positivo un retraso en la evolución del color de los paltas, las que se mantuvieron por más tiempo de color verde. Además, tanto la textura, aroma apariencia interna, resistencia de la pulpa a la presión y desórdenes fisiológicos no se ven afectados por el almacenaje con este generador. Sin embargo, el uso de oxígeno ionizado causa algunos efectos negativos en la fruta, entre éstos se encuentra una mayor pérdida de peso y un sabor de menor aprobación.

La cámara refrigerada equipada con generador de oxígeno ionizado presenta durante todo el período de evaluación, niveles de etileno mucho más bajos que los existentes en la cámara convencional.

7. 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. In: 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: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. V jornadas andaluzas de frutos tropicales. Sevilla, A.G. Novograf, S.A. pp. 171-196.
- ARPAIA, M. 1988. Factores de calidad: definición y evaluación para productos hortofrutícolas frescos. In: Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Fundación Chile, pp 18.1-18.13
- BARRIENTOS, V. 1993. Efectos de distintas concentración de gases (CO₂ y O₂) en la conservación de paltas cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 74p.
- BERGER, H. y GALLETI, L. 1987. Maduración de paltas y su conservación en almacenaje refrigerado. Aconex 16: 5-7
- _____. 1996. Nuevas opciones en el manejo de fruta después de cosecha. In: Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, pp 93-98. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45).
- BERGH, B. 1992. The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. California Avocado Society Yearbook. 76: 71-75
- BROCK, T. y MADIGAN, M. 1993. Microbiología. México. Prentice-Hall Hispanoamericano. 956p.

- BRUNA, R. 1998. Evaluación del efecto del oxígeno atómico sobre el comportamiento de limones cv. Eureka en almacenaje refrigerado. Taller de Licenciatura Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 67p.
- CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249p.
- CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja persistente. México, Uteha. 458p
- FAUBION, D. ; MITCHELL, G. ; MAYER, G. and ARPAIA, M. 1991. Response of "Hass" avocado to postharvest storage in controlled atmosphere conditions. University of California, Riverside and California Avocado Society. World avocado Congress II proceedings. California, 1991. pp.467-472
- FRÍAS, M. 1995. Evaluación de distintas modificaciones atmosféricas en la conservación de paltas cv. Fuerte. Taller de Licenciatura Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 112p.
- GARDIAZABAL, F. 1994. Producción mundial de paltas. Empresa y Avance Agrícola 31:6-9
- _____, 1997. Implantación de un huerto de paltas. Empresa y Avance Agrícola 49: 19-21
- HOYOS, E. 1995. Atmósfera controlada en frutos, In: IV Simposio Internacional de Manejo, Calidad y Fisiología de Postcosecha de Frutos. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, pp 105-108. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N°42).
- HOFMAN, P. y JOBIN, M. 1997. Avocado Maturity Standards. Talking Avocado 8(2): 20-21.
- INGENIERÍA ECOLÓGICA. 1990. Informe técnico sobre generadores de oxígeno atómico. Viña del Mar. Ingeniería Ecológica. 24 p.

- INTEROZONE. 1993. Sistemas oxtomcav oxidación del etileno y de otras sustancias orgánicas volátiles. Santiago, Interozone. 21 p.
- KADER, A. 1985. Postharvest handling systems: Subtropical fruits. In: Kader, A. ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops. California, University of California, pp 152-156.
- _____. 1988. Manejo de Postcosecha de Paltas y otras frutas subtropicales, In: Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Fundación Chile, pp 25.1-25.10
- LUZA, J.; BERGER, H. y LIZANA, A. 1979. Almacenaje en frío de paltas (Persea americana Mill.) cvs. Negra de la Cruz, Ampolleta grande y Fuerte. Simiente 49 (3-4): 42-47.
- MAGDAHL, C. 1998. La industria de la palta en Chile. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. asesorías y proyectos agrícolas. Seminario internacional de paltos. Viña del Mar, 4-6 noviembre 1998. pp 1-14
- MARTÍNEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (Persea americana Mili.) cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83p.
- MARURI, J. 1990. Efecto del encerado sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas cv. Edranol cosechadas en tres estados de madurez. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 83p.
- 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, In: Curso de tecnología de la postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Fundación Chile, pp 1.9-1.13

- MOGGIA, C. 1988. Efecto del permanganato de potasio como absorbedor de etileno (Ethysorb), sobre la evolución en madurez de frutos de palto (Persea americana Mill.) cultivar Fuerte, en almacenaje refrigerado. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 76p.
- 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
- _____. 1981. Control químico de hongos causantes de pudriciones en almacenaje de paltas (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Simiente 51(1-2): 62-65
- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. 1998. El mercado de las paltas. Chile. Mercados Agropecuarios N° 71, junio 1998.
- OLAETA, J. y UNDURRAGA, P. 1995. Estimación del índice de madurez en paltas. Tecnologías de cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas. Procedimientos de la conferencia internacional. Guanajuato, México, pp 421-426
- PANTASTICO, E.; SUBRAMANYAN, H.; BHATTI, M. ; ALI, N. y AKAMINE, E. 1979. índices para cosecha. In: Pantastico, E.B. ed. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México, Continental, pp 77-98
- PABLO, I. ; AKAMINE, E. y CHACHIN, K. 1979. Irradiación. In: Pantastico, Er.B. ed. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México, Continental, pp 261-280
- PHAN, C.; FANTÁSTICO, E.; OGATA, K. y CHACHIN, K. 1979. Respiración y periodo climatérico respiratorio. In: Pantastico, Er.B. ed. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México, Continental, pp 111-128

- PINILLA, B. ; ALVAREZ, M. y GODOY, P. 1996. Efecto de la ionización en el control del moho gris en kiwis almacenados. *Frutícola* 17 (2): 61 - 64.
- PROVOSTE, A. 1995. Efecto del uso de una formulación de N, O-Carboximetil Quitosan y Nutri save sobre el comportamiento en el almacenaje refrigerado de paltas cv. Hass, Edranol y Gwen cosechados con dos índices de madurez. Taller de Licenciatura Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 71 p.
- REÍD, M. 1992. Ethylene in postharvest technology. In: Kader, A. ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2nd. ed. California, University of California. pp 97-108.
- REYBERT, G. y FURLANI, M. 1995. Daños en postcosecha y su efecto sobre la madurez y la calidad. *Frutícola* 16(1): 85-88
- RODRÍGUEZ, M. 1989. Consideraciones generales sobre manejo, almacenamiento y alternativas de procesamiento del aguacate. In: III Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales. Producción, transformación y comercialización de frutas tropicales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, pp 107-126
- ROJAS, G. 1997. Efecto del oxígeno atómico sobre la conservación de tomate larga vida (Lycopersicon sculentum Mill) cv. FA 144 en almacenaje refrigerado. Taller de Licenciatura Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77p.
- RYALL, A. y PENTZER, W. 1974. Handling, transport and storage of fruits and vegetables. Westport, AVI. 545p.
- 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.
- SAUCEDO, C. ; ACEVES, E. y MENA, G. 1991. Prolongación del tiempo de frigoconsecvación y comercialización de frutos de aguacate "Hass" mediante tratamiento con altas concentraciones de CO₂. In: Proceedings

of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. Viña del Mar 7-12, 1991. pp.297-303 (Vol 35).

SOTOMAYOR, C. 1992. Todo lo que usted desea saber sobre: El palto (III). Chile Agrícola Noviembre 183: 408-411

SUMMINGS, K. and SCHROEDER, C. 1942. Anatomy of the avocado fruit. California Avocado Society Yearbook. pp 56-64

TRUTER, A.; CALITS, J.; CUTTING, J. and BOWER, J. 1992. Effect at atmosphere modification on internal physiological browning of "Fuerte" avocado. Proc of Second World Avocado Congress. University of California, Orange April 21-26 1991. pp 457-462 (Vol. 2)

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.

WILLS, R. ; LEE, T. ; McGLASON, W. ; HALL, E ; GRAHAM, D. 1989. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post recolección. Zaragoza. Acribia. 195 p

WOLSTENHOLME, B. and WHILEY, A. 1995. Prospects for increasing Hass fruit size A Southern hemisphere perspective. Conference '95. Australian Avocado Grower's Federation: pp 89-102.

ZAUBERMAN, G. 1988. Response of mature avocado fruit to posharvest ethylene treatment applied immediately after harvest. Hortscience 22(3): 588-689.