



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**

ESCUELA DE AGRONOMIA

MEMORIA DE TITULO

**ATMOSFERA CONTROLADA EN**  
**FRUTOS DE PALTO**  
*(Persea americana Mill.)* cv. HASS.

**JORGE ANTONIO FIGUEROA VALENZUELA**

SANTIAGO – CHILE

1994

## I N D I C E

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
Summary.....	2
<b>2. INTRODUCCION</b> .....	3
Objetivos.....	4
<b>3. REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....	5
Caracterización del cultivar Hass.....	5
Períodos de cosecha.....	5
Floración.....	6
Fisiología de maduración.....	7
Postcosecha.....	8
Factores que afectan la maduración.....	8
Temperatura.....	8
Humedad relativa.....	11
Atmósfera modificada y controlada.....	12
Ventajas y desventajas del sistema de AC.....	15
Pudriciones.....	15
<b>4. MATERIALES Y METODO</b> .....	18
Materiales.....	18
Método.....	19
Fecha de cosecha.....	19
Selección previa al embalaje.....	19
Temperatura de guarda y humedad relativa.....	19
Tiempo de almacenaje.....	19
Metodología.....	20
Evaluaciones.....	21
Medición de concentraciones de gases.....	22
Parámetros de evaluación.....	22
Contenido de aceite y humedad al momento de cosecha..	22
Color de pulpa y epidermis.....	23
Resistencia de la pulpa a la presión.....	23

Pudriciones.....	23
Desórdenes fisiológicos.....	23
Pérdida de peso.....	25
Aceptabilidad.....	25
Diseño experimental y análisis estadístico.....	26
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>27</b>
Contenido de aceite y humedad al momento de cosecha.....	27
Color externo.....	28
Color interno.....	30
Deshidratación.....	33
Influencia del tiempo y temperatura de almacenaje.....	35
Número de frutos evaluados.....	36
Resistencia de la pulpa a la presión.....	40
Influencia del período de almacenaje.....	42
Pudriciones.....	43
Desórdenes fisiológicos.....	45
Pardeamiento de fibra.....	45
Pardeamiento interno.....	48
Manchas grises en la pulpa.....	49
Asociación de problemas fisiológicos.....	49
Parámetros de aceptabilidad.....	50
Parámetros de calidad.....	53
Primera salida de frío.....	53
Segunda salida de frío.....	55
Discusión de parámetros de calidad.....	58
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO I</b>	
Escala de color externo.....	66
<b>ANEXO II</b>	
Escala de color interno.....	67

**ANEXO III**

Parámetros de calidad y aceptabilidad.....69

**APENDICE I**

Análisis de rango múltiple.....72

**APENDICE II**

Análisis de rango múltiple.....77

## 1. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar frutos de palto cv. Hass bajo distintas concentraciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, se realizó un experimento con frutos provenientes de la localidad de Quillota (32° 53' Lat. Sur, 71° 15' Long. Oeste), V Región.

La fruta cosechada se almacenó a 6°C y 90% de humedad relativa, bajo las siguientes concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>: 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>; 5% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>; 10% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>; 10% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>; y, el testigo: 0,03% CO<sub>2</sub> y 21% O<sub>2</sub>. Se evaluó a los 35 días en AC más un período de comercialización. Posteriormente se evaluó a los 50 días, los últimos 15 fueron sin AC y a 6°C (simulando acopio) y su correspondiente venta simulada.

A los 35 días, el tratamiento testigo presentó una firmeza de 1 Lb; en cambio, los otros tratamientos permanecieron con las 27 Lb. A los 50 días, los tratamientos bajo AC bordearon las 22 Lb.

Los tratamientos sometidos a AC mostraron una buena calidad, manteniéndose la resistencia de la pulpa a la presión y reduciéndose significativamente tanto los daños fisiológicos como las pudriciones.

En general, el tratamiento que parece ser el más adecuado para uso comercial en transporte vía marítima es el de 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>.

Palabras claves:

- Palta
- Persea americana Mill.
- Atmósfera controlada
- Postcosecha

### Summary

The objective was the evaluation of Hass cultivar avocado, with fruits coming from Quillota (32° 53' Lat. South, 71° 15' Long. West) V Region, under different concentrations of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>.

The harvested fruit was stored at 6°C and 90% relative humidity, under the following CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations: 5% CO<sub>2</sub> and 2% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> and 5% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> and 5% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> and 2% O<sub>2</sub>, and, the control treatment: 0,03% CO<sub>2</sub> and 21% O<sub>2</sub>. Evaluations were made at the 35<sup>th</sup> day under CA, plus a sale simulation period. Later on, evaluations were made after 50 days, in which the last 15 of them were without CA and with 6°C (simulating a final destination shipping and cold storage) plus its sale.

At the 35<sup>th</sup> day, the control treatment registered 1 Lb of firmness, but the other treatments stayed with its 27 Lb. At the 50<sup>th</sup> day, the treatments under CA reached 22 Lb approximately.

The CA treatments showed good quality, keeping the firmness and significantly diminishing both, physiological disorders and rottenness.

In general, the best treatment for comercial transport by ship seems to be the 5% CO<sub>2</sub> and 2% O<sub>2</sub>.

Key words: - Avocado  
- Persea americana Mill.  
- Control atmosphere  
- Postharvest

## INTRODUCCION

En Chile, las plantaciones de palto (Persea americana Mill.) se encuentran distribuidas desde la I a la VII regiones, ocupando una superficie de 9.360 hectáreas, siendo la V Región la principal que con 4.920 hectáreas, abarca el 52,5 % del total. La última información publicada sobre la producción total de paltas del país, corresponde a la temporada 1990/91 y muestra una producción de 38.857 toneladas, de las cuales fueron exportadas 9.821 toneladas (INE, 1990/1991).

Los registros indican que la producción ha ido en aumento desde el año 1965 en adelante, cuando se produjo 8.672 toneladas, cifra ampliamente superada en 1989, en que alcanzó un máximo de 9.000 toneladas (INE, 1990/1991).

En relación con los cultivares, el cv. Hass ocupa un 35 % de la superficie total, seguido por el cv. Fuerte con un 21 % del total nacional. Ello se explica, si se considera la gran cantidad de información que se ha publicado referente a este cultivar, motivado principalmente por la alta rentabilidad que presenta al venderlo en mercados externos. Los principales mercados de la palta para las exportaciones chilenas son EE.UU, Europa, Canadá, Lejano Oriente y Latinoamérica, siendo los dos primeros los más importantes con volúmenes de 866.645 y 11.800 cajas, respectivamente (INE, 1990/1991).

El medio de transporte más rápido para el envío de la fruta es por vía aérea, pero tiene una gran limitante que es el alto costo del flete, lo cual reduce notablemente los ingresos para el productor. Es esencialmente por esto que la principal

vía de transporte hacia EE.UU y Europa sea la marítima, que si bien es menos costosa, no tiene la rapidez que el avión ofrece y por ende la fruta tiene mayores probabilidades de dañarse durante el transporte hacia su destino. El tiempo promedio de un barco desde Valparaíso a EE.UU es de 20 a 22 días y a Europa de 26 a 28 días, lo cual hace que se busquen las mejores formas de almacenaje y mantención de la fruta para poder llegar con una óptima calidad al consumidor<sup>1</sup>.

El principal problema para poder exportar palta HASS a Europa, es el transporte, el cual debe hacerse en el mínimo de tiempo de navegación (no mayor a 20 días), para poder dar un tiempo aceptable durante la comercialización (Gardiazábal y Rosenberg, 1990). Para cumplir con este propósito, la atmósfera controlada emerge como una buena alternativa, ya que sus costos pueden ser absorbidos por los buenos retornos que esta fruta recibe. Los costos más altos de este sistema son los de infraestructura e instalación; los costos de operación son más bajos que los antes nombrados.

#### OBJETIVOS

El objetivo de la presente investigación es:  
Evaluar el comportamiento de frutos de palto cv. Hass sometidos a distintas concentraciones de dióxido de carbono y oxígeno durante su almacenaje.

---

<sup>1</sup>Ing. Agr. Jaime García de la Cerda. Standard Trading Company. DOLE. 1992 (comunicación personal).

**REVISION BIBLIOGRAFICA****Caracterización del cultivar Hass**

Este cultivar, perteneciente a la raza guatemalteca, proviene de una semilla sembrada en el sur de California. El árbol presenta un desarrollo mediano, con crecimiento erecto, pero no piramidal (Alvarez, 1974).

Su fruto es de forma oval-piriforme, de tamaño medio, unos 180 - 360 g de peso y de calidad excelente. Piel gruesa rugosa, que se desprende con facilidad, presenta un color verde en su madurez fisiológica y luego cambia a un color oscuro (violáceo) cuando el fruto alcanza su madurez de consumo (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

La pulpa no tiene fibra, siendo su contenido en aceite del 15 - 20% en el momento de su consumo. La semilla es de tamaño pequeño, de forma esférica y adherida a la pulpa (Alvarez, 1974).

**Períodos de cosecha**

La recolección de la fruta tiene lugar, en California, de abril a julio y, en Israel, de marzo a mayo (Alvarez, 1974); en cambio, en Chile este período se extiende desde la segunda quincena de agosto hasta diciembre, inclusive. Sin embargo, en huertos de la V Región, por razones económicas, se suele cosechar un poco antes, inmadura y con bajo contenido

de aceite<sup>2</sup>.

Por otro lado, si ésta permanece hasta muy avanzada la temporada en el árbol, se torna de un color negro-violáceo, indicio de una disminución de la presión y de la rápida llegada de la madurez de consumo, una vez cosechada (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

Su productividad es muy buena, aunque a veces tiene la tendencia a producir demasiados frutos y de bajo calibre (Alvarez, 1974).

### **Floración**

Las flores son hermafroditas, actinomorfas, agrupadas en panículas axilares o terminales (Alvarez, 1974).

El tiempo entre floración y cosecha oscila entre 11 y 12 meses (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

El árbol es sensible al frío, por lo que es aconsejable su plantación en zonas libres de heladas. Si coinciden vientos secos con floraciones excesivas, se quemar las partes más sensibles, provocando una notoria disminución de la productividad del árbol (Alvarez, 1974).

El comportamiento de este cultivar en Chile ha sido errático, incluso en las zonas donde se encuentra su

---

<sup>2</sup>Ing. Agr. Jorge Astudillo. Cabilfrut. 1993. (Comunicación personal).

producción, como Quillota, La Ligua y Cabildo, presentando un alto grado de "añerismo". Aún más, este "añerismo" es irregular dentro del mismo huerto; es decir, hay ejemplares respecto de los cuales su producción oscila año a año (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

El "añerismo" o alternancia de producción, es la alta floración en un año y escasa en otro, confundándose con falta de producción, fenómeno distinto al anterior, en el cual la floración es buena, siendo su cuaja pobre (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

#### Fisiología de maduración

La curva de crecimiento del fruto en el árbol es de tipo simple sigmoídea; durante toda la temporada hay un proceso de división y elongación celular, a diferencia de otras especies, donde la división celular cesa en un cierto momento y el crecimiento adicional es por elongación celular (Lewis, 1978).

En la palta, se presenta una característica muy especial, ésta es, que el fruto permanece duro en el árbol y se ablanda solamente después de su recolección (Alvarez, 1974; Zauberman et al, 1977).

La palta pertenece al grupo de frutos climactéricos, esto es, que la maduración está asociada con un rápido incremento en la respiración durante la postcosecha (Wills et al, 1981).

En cuanto a la época de cosecha, se ha encontrado que la fruta cosechada anticipadamente requiere de un mayor tiempo para su maduración posterior. Además, es posible conservar esta fruta durante un período más prolongado en buenas condiciones (Berger et al, 1978).

Carrillo (1991), concluye que los distintos valores observados en los parámetros evaluados, evidencian que la fruta del primer estado de madurez se ve más beneficiada con el sistema de atmósfera controlada, comparada con la fruta del segundo estado.

Muy ligado a la maduración, se encuentra el ablandamiento de la pulpa, ya que las paltas no son comestibles antes que el climacterio alcance su máximo. Durante él, se producen además cambios de color, modificación en el ritmo de producción de etileno, modificación en la permeabilidad de las membranas, cambios en la composición de los hidratos de carbono, modificaciones en los ácidos orgánicos y disminución a la resistencia de enfermedades, algunas de las cuales conducen, al final, a una putrefacción (Biale y Young, 1962).

### Postcosecha

#### Factores que afectan la maduración

Temperatura El tiempo de postcosecha de un fruto está en directa relación con la actividad metabólica del mismo, actividad que a su vez depende de varios factores, siendo la temperatura de almacenaje uno de los más influyentes. La

respuesta de esta fruta a la temperatura, y particularmente su susceptibilidad a las bajas temperaturas, varía entre los distintos cultivares y al parecer es influenciada por su origen geográfico. Existe la impresión general que los cultivares antillanos son más sensibles a bajas temperaturas que los cultivares mexicanos y guatemaltecos, siendo este último el grupo que cobija al cultivar Hass (Zauberman et al, 1973).

Toda reducción de la temperatura se traduce en un descenso de la velocidad con que cambia cualquier parámetro: respiración, textura, etc. Sin embargo, los efectos de la reducción de la temperatura sobre los distintos factores fisiológicos no son uniformes. Pequeñas reducciones en el rango superior de temperatura considerado, sólo consiguen incrementar muy ligeramente la vida útil (el período de tiempo durante el que el producto puede conservarse en condiciones aceptables). En cambio, reducciones de temperatura en el rango inferior de temperatura considerado, consiguen mejorarla de un modo mucho más acusado (Wills et al, 1981).

Se ha demostrado que pequeños cambios de temperatura tienen efecto en la inclinación de la curva respiratoria en el climacterio, en la magnitud del climacterio y en el período comprendido entre la cosecha y el comienzo de alza climactérica (Biale y Young, 1962).

Lutz y Hardenburg (1968), señalan que si bien los cultivares de palta resistentes a bajas temperaturas se almacenan mejor a 4,4°C y los no tolerantes a 12,8°C, el cultivar Hass estaría mejor a una temperatura intermedia de 7,2°C. Por otro lado, Zauberman et al (1977), demostraron para

el cultivar Hass que en el almacenaje entre 6°C y 8°C, la actividad metabólica se reducía y la maduración se inhibía; además, la fruta maduraba, pero no antes de ser transferida a mayores temperaturas. El almacenamiento de este cultivar a temperaturas de 6°C - 8°C no causó daño por frío y su duración fue de seis semanas.

Berger et al (1978), encontraron que almacenando la fruta a 7°C se pudo conservar en buenas condiciones hasta 35 días, más 3 días a temperatura ambiente. Después de esto comenzaron a presentarse problemas de pardeamiento de la pulpa.

Temperaturas de 10°C y 14°C permiten conservar al cultivar Hass por 25 y 16 días, respectivamente, debido a ablandamiento excesivo (Zauberman et al, 1977).

Se ha demostrado que la palta se pone muy sensible a daño por frío a medida que el climacterio se acerca a su máximo, y que luego se hace menos sensible en el período de postclimacterio. Junto con esto se demostró, que paltas almacenadas a 2°C, 36 a 48 hr postclimacterio duraban 6 a 7 semanas, mientras que otras en preclimacterio y almacenadas a 8°C, sólo lo hacían por 3 a 4 semanas (Kosiyachinda y Young 1976).

En una investigación realizada en Chile con palta cv. Fuerte, también se observó que al disminuir la temperatura en fruta postclimacterica era posible conservarla por un período mayor (Berger et al, 1978).

Aparentemente, la temperatura no influye en el rendimiento o disminución de los ácidos grasos que predominantemente son el oleico, palmítico, linoleico y palmitoleico (Luza *et al*, 1990). Sin embargo, la temperatura y el almacenaje influyen notoriamente en el porcentaje de pérdida de agua, sin llegar a ser un síntoma visible (Peralta, 1977).

**Humedad relativa** El contenido de agua de las frutas, se mantiene en virtud de las fuerzas osmóticas en el interior de las células, en su mayor parte como agua libre, aunque una pequeña proporción se encuentra químicamente ligada y se haya, por tanto, más fuertemente retenida, siendo más estable. El agua de los tejidos vegetales contiene cantidades variables de diversos solutos que, naturalmente, deprimen su presión de vapor. En la mayor parte de los productos frescos, el equilibrio de humedad se alcanza a una humedad relativa no inferior a 97% (Wills *et al*, 1981).

Debido a que la mayoría de las cámaras frigoríficas no poseen humedad relativa apta para almacenajes prolongados, es que se produce una gradiente de presión de vapor entre el fruto y el ambiente, trayendo consigo el problema más serio de algunos productos hortícolas durante su distribución del productor al consumidor, cual es, la deshidratación. Esto es de especial importancia en productos como la palta, en la que puede transcurrir mucho tiempo desde que son producidos hasta que son consumidos<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Antonio Lizana. Cátedra de Postcosecha. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 1992. (Com. personal).

En distintos ensayos, la humedad usada ha sido de 87% y 90%, Salas (1990) y Carrillo (1991), respectivamente.

La pérdida de tan sólo un 5% de peso en un fruto, da como consecuencia una apariencia poco atractiva, disminuyendo su valor en el mercado<sup>4</sup>.

### Atmósfera modificada y controlada

Atmósfera modificada o controlada significa que por una adición o remoción de gases, la composición de la atmósfera que rodea al producto es distinta a la del aire (79% Nitrógeno, 21% Oxígeno, 0,03% Dióxido de carbono). El cambio en la atmósfera generalmente involucra, una remoción de oxígeno o aumento de la concentración de dióxido de carbono. También, pueden ser incluidos gases como etileno y otros (Berger y Auda 1982).

La atmósfera modificada difiere de la controlada sólo en la precisión con que los gases son controlados. En la atmósfera controlada, los gases se mantienen regulados a más o menos un 1% de las cantidades deseadas por medio de adición o remoción de gases. En la atmósfera modificada, la respiración es el principal proceso metabólico que modifica la composición gaseosa al disminuir la concentración de oxígeno y aumentar la concentración de dióxido de carbono (Berger y Auda 1982).

El almacenaje en atmósfera controlada alarga la vida de postcosecha y mantiene la calidad de la palta. Otro beneficio

---

<sup>4</sup>Antonio Lizana. Cátedra de Postcosecha. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 1992. (Com. personal).

es, que elevadas concentraciones de dióxido de carbono provocan una disminución drástica del daño por frío, permitiendo así un almacenaje a menor temperatura (Eksteen et al, 1991).

Además de Eksteen (1991), Carrillo (1991) concluyó que la atmósfera controlada es una buena técnica de almacenaje asociada a baja temperatura para mantener frutos de palta cv. Fuerte en óptimas condiciones de postcosecha.

Un almacenaje de varios cultivares de palta a 12°C y 90 - 95% de humedad relativa, mostró que dándole golpes de dióxido de carbono por 48 horas (para darle una atmósfera de 20% de dióxido de carbono) cada 5 días (por 4 semanas) y luego puestos en atmósfera normal, reducía el ataque causado por Colletotrichum gloeosporioides, disminuía las pérdidas de peso y no causaba disminución de firmeza, color ni calidad. Sin embargo, cultivares con la cáscara gruesa tales como Lula y Hass se adaptaron mejor que otros con piel delgada (Collin, 1984).

Spalding y Reeder (1974), por su parte, demostraron que fruta guardada en atmósfera controlada (AC), con concentraciones de 2% de oxígeno y 10% de dióxido de carbono durante 3 a 4 semanas y con una temperatura de 7,2°C, permitía prevenir el daño por frío y controlar el desarrollo de antragnosis, provocado por Colletotrichum gloeosporioides. Además, toda la fruta fue aceptable para el consumo luego del almacenaje en AC y posterior ablandamiento en atmósfera normal, a una temperatura de 21,1°C.

Hatton y Reeder (1972), encontraron que el almacenaje a 2% de oxígeno y 10% de dióxido de carbono con remoción de etileno mediante permanganato de potasio y a una temperatura de 10°C, provocó buen efecto en paltas del cultivar Lula almacenadas por 60 días en relación a otra muestra almacenada sin remoción de etileno. Los efectos fueron básicamente un mantenimiento de la calidad de mercado de la fruta, básicamente a través de disminución de rangos de ablandamiento y aumento de la aceptabilidad por paneles entrenados de degustación.

Experimentos han demostrado que bajas concentraciones de oxígeno reducen la actividad respiratoria durante el período preclimacterico y que la duración del mismo período se prolonga. Entre los rangos de 2,5% y 21% de oxígeno, el tiempo requerido para alcanzar el máximo climacterio se extiende en relación a la disminución de oxígeno y la intensidad de respiración en el máximo se reduce. Ahora bien, cuando el cv. Fuerte es tratado con 10% de dióxido de carbono y 21% de oxígeno, no se ven cambios esenciales en la actividad respiratoria por 23 días. Se observa un aumento en la respiración cuando se cambia a atmósfera normal, indicando con esto, que el climacterio no ocurrió bajo el tratamiento de dióxido de carbono y sí lo hizo después de transferirlo a atmósfera común, en la cual la fruta se ablandó normalmente. Finalmente, se concluye que 5% de dióxido de carbono y 21% de oxígeno, reduce el máximo climacterio en un 40%, mientras que un 5% de dióxido de carbono y 10% de oxígeno, sólo lo hacen en un 25% (Young et al, 1961).

### Ventajas y desventajas del sistema de AC

El uso de atmósferas controladas o modificadas, ejercen efectos tanto positivos como negativos en los frutos.

Entre los efectos positivos podemos mencionar:

- Disminución de la tasa respiratoria (Biale, 1962);
- Disminución de la liberación de etileno (Hatton y Reeder, 1972);
- Reducción de la liberación de etileno y dióxido de carbono que libera el fruto dañado (Berger y Auda, 1982);
- Alteración del desarrollo de patógenos en postcosecha (Berger y Auda, 1982);

Entre los efectos negativos tenemos:

- Implica un costo adicional de implementación;
- Cuando la especie ha sufrido algún daño fisiológico, hay un incremento de la susceptibilidad a pudrición, por muy alta concentración de CO<sub>2</sub> o baja de O<sub>2</sub> (Berger y Auda, 1982);
- Existen estrechos márgenes de concentración de gases, entre los que se logran efectos beneficiosos. No obstante, pueden agravar ciertos problemas fisiológicos o patológicos y el desarrollo de sabores y olores extraños ( Hatton y Reeder, 1972).

### Pudriciones

Como se pudo observar anteriormente, el almacenamiento de paltas en AC no está a salvo de los problemas fungosos y es Colletotrichum gloeosporioides el que al parecer está presente en la mayoría de los casos.

Las paltas no presentan síntomas de esta pudrición al momento de ser cosechadas, pero sí lo hacen una vez que alcanzan la madurez de consumo o comienzan a ablandarse. La resistencia de la cáscara de la fruta inmadura al desarrollo fungoso, resulta de la presencia de un compuesto antifungoso llamado 1-acetoxi-2-hidroxi-4-oxo-eneicosa-12,15-dieno. La concentración de este compuesto en la cáscara del fruto disminuye a medida que la madurez aumenta. Un segundo compuesto antifungoso, menos activo que el primero, fue identificado como 1-acetoxi-2,4-dihidroxi-n-heptadeca-16-eno. Al igual que el anterior, este compuesto también disminuye con el aumento de la madurez y junto con esto aparecen síntomas de pudrición. La mezcla de ambos tiene una actividad sinérgica sobre el control del hongo (Prusky et al, 1991).

Según esto, la resistencia puede ser regulada en dos formas en postcosecha:

- 1) Uso de antioxidantes que inhiban la lipoxigenasa y retrasen la disminución del 1-acetoxi-2-hidroxi-4-oxo-eneicosa-12,15-dieno.
- 2) Inducción del compuesto anterior con tratamientos de 24 hr con altas concentraciones de dióxido de carbono (Prusky et al, 1991).

Por otro lado, Morales et al (1981) encontraron que inmersiones durante 5 minutos en una solución de Benlate 50% W.P. + Manzate 88% W.P. en dosis de 60 y 180 gramos, respectivamente, en 100 litros de agua, tenía un buen control fungoso. No obstante, también plantean que el desarrollo de hongos se manifiesta en forma severa durante los períodos de

comercialización, posteriores al almacenaje.

El desarrollo de alteraciones fisiológicas es el principal problema que limita el almacenamiento de paltas. La palta cv. Hass presenta menos susceptibilidad a estos daños, por ello su potencial de conservación es mayor que el del cv. Fuerte (Berger y Auda, 1982).

El potencial fisiológico de pardeamiento en paltas, depende principalmente de la enzima Polifenoloxidasa (PFO). El almacenamiento de paltas cv. Fuerte en AC con 2% de oxígeno y 10% de dióxido de carbono, reduce significativamente la incidencia de este desorden fisiológico. Los frutos almacenados en AC presentan la mayor actividad de las PFO después de alcanzar la madurez de consumo, pero la actividad es baja durante el almacenamiento (Truter et al, 1991).

Además, según Lutz y Hardenburg (1968), Zauberman et al (1977) y Berger et al (1978), existiría un rango óptimo de temperatura para el almacenaje de palta Hass, y éste es entre 6 y 8°C. Por esto se cree que realizar el trabajo a 6°C es lo más razonable, ya que de esta forma se evitarían riesgos innecesarios que podrían ser producidos por rangos extremos de temperatura.

Por otro lado, según lo visto por Carrillo (1991) y Salas (1990), existiría una humedad adecuada para trabajar de aproximadamente un 90%.

**MATERIALES Y METODO**Materiales

Esta investigación se realizó con frutos de palto (Persea americana Mill.), cv. Hass, provenientes de un huerto de la localidad de Quillota, V Región (32° 53' Lat. Sur; 71° 15' Long. Oeste).

El almacenaje y las evaluaciones se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Producción Agrícola. Además, los análisis de contenido de aceite y humedad se realizaron en el Laboratorio de Análisis Foliar del Departamento de Producción Agrícola y las evaluaciones sensoriales en el laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria, de la misma facultad.

Los materiales de embalaje fueron cajas de cartón de exportación (5,5 Kg) de una corrida, con una bandeja de cartón con 28 cavidades que corresponden al número de frutos por caja.

MétodosFecha de cosecha

Primera quincena de noviembre.

Selección previa al embalaje

Esta selección se realizó para evitar problemas posteriores que tiendan a modificar los resultados de este ensayo. Se consideró fruta apta, todas aquellas que no presentaron las siguientes características:

- Indicios de pudrición;
- Presencia de heridas abiertas o cerradas;
- Presencia de insectos o daño de ellos;
- Deformaciones;
- Russet;
- Machucones;
- Ausencia de pedúnculo.

Temperatura de guarda y humedad relativa

Se guardó a una temperatura de 6°C con humedad relativa de 90%.

Tiempo de almacenaje

Se consideró 35 días en almacenaje con atmósfera controlada, más 15 días de acopio simulado sin condiciones de AC y luego un período de comercialización, que finalizó cuando

todos los frutos fueron evaluados a medida que maduraron a 18°C, con el fin de establecer cuán largo podría llegar a ser el período de postcosecha del cultivar Hass, bajo estas condiciones.

### Metodología

Se usó fruta con madurez basada en porcentaje de aceite.

La fruta fue embalada en cajas de exportación, como se especificó anteriormente.

Se utilizaron 10 contenedores herméticos de plástico, con una capacidad de 200 litros cada uno; en su interior se colocaron cuatro cajas de fruta embalada. Estos contenedores se ubicaron en una cámara refrigerada a 6°C y a 90% de humedad relativa. El número total de frutos usados fue 1200.

Después de ser cerrados herméticamente, se conectaron a un flujo continuo de gases provenientes de cilindros con gases envasados. Estos gases fueron mezclados de acuerdo a las concentraciones deseadas (Cuadro 1), y posteriormente humedecidos a un 90% de humedad relativa.

**CUADRO 1. Combinaciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> usadas.**

TRATAMIENTO	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>
1	21	0.03
2	2	5
3	5	5
4	5	10
5	2	10

**Evaluaciones**

Se realizaron cinco evaluaciones, las cuales correspondieron a los siguientes períodos y condiciones:

- 1) Cosecha.
- 2) 1ª Salida de frío después de 35 días AC a 6°C.
- 3) Después de 35 días AC a 6°C + "X" días a 18°C.
- 4) 2ª Salida de frío después de 35 días AC a 6°C + 15 días atmósfera normal (AN) a 6°C = 50 días.
- 5) Después de 35 días AC a 6°C + 15 días AN + "X" días a 18°C

Esto se esquematiza en el Cuadro 2.

**CUADRO 2.** Períodos de evaluación con sus respectivas temperaturas y atmósferas

Eval.	Cosecha	2ª	3ª	4ª	5ª
Días	0	35 AC a 6°C	35 AC a 6°C + X días a 18°C	35 AC a 6°C + 15 AN a 6°C = 50 días	35 AC a 6°C + 15 AN a 6°C + X días a 18°C
Atm.		Controlada *	Normal	Normal	Normal

\* Excepto el tratamiento control.

También se intentó provocar y describir el daño causado por toxicidad de altos niveles de CO<sub>2</sub>, sometiendo la fruta a concentraciones de 20 y 15% de CO<sub>2</sub>, respectivamente, con un nivel de O<sub>2</sub> de un 5% para ambos casos.

### Medición de concentración de gases

Las diferentes concentraciones de gases dentro de cada contenedor fueron medidas diariamente mediante el uso de un cromatógrafo de gases marca SRI 8610 con detector de conductividad térmica. Este aparato permitió separar y cuantificar los diferentes gases que la muestra de aire poseía.

Todas las alteraciones en los niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, fueron corregidas por adición o remplazo de ellos.

### Parámetros de evaluación

#### Contenido de aceite estimado y humedad en el momento de cosecha

La evaluación se realizó con cinco frutos cosechados, según el método de Lee y Coggins (1982), que relaciona el porcentaje de aceite con el peso seco de una muestra de tejido del fruto, según la fórmula:

$$\% \text{ de peso seco} = \frac{D - C}{F - C} * 100$$

Siendo D: el peso del tejido seco más el contenedor;  
F: el peso del tejido fresco más el contenedor;  
C: el peso del contenedor de la muestra.

Luego, este porcentaje se comparó con una tabla estándar, para determinar el porcentaje de aceite correspondiente.

El contenido de humedad se dedujo por la misma fórmula.

**Color de pulpa y epidermis** (ANEXO I Y II) Se midió con una tabla de colores de Nickerson, la cual está basada en la tabla Munsell.

**Resistencia de la pulpa a la presión** Se midió con un presionómetro con émbolo de 5/16 pulgada, a ambos lados del fruto, previa remoción de la epidermis. El resultado se expresó en libras.

**Pudriciones** Se midió este parámetro de acuerdo al porcentaje de frutos afectados del total de frutos expuestos a las condiciones determinadas.

**Desórdenes fisiológicos** Se evaluó usando una escala, a la cual se le asignarán valores de acuerdo a la intensidad del problema.

En el caso de los desórdenes denominados pardeamiento de pulpa y pardeamiento de fibra, la escala fue la siguiente:

CUADRO 3. Escala para medir la intensidad del pardeamiento interno.

ESCALA	INTENSIDAD	COLOR
1	Sano	Natural (Sin pardeamiento)
2	Incipiente	Pardo muy claro
3	Leve	Pardo claro
4	Moderado	Pardo oscuro
5	Severo	Pardo muy oscuro

CUADRO 4. Escala para determinar el porcentaje de la pulpa afectada por el pardeamiento interno.

ESCALA	% DE LA PULPA AFECTADA
1	No existe
2	Zona adyacente a la semilla
3	< 25
4	26 - 50
5	> 50

En el caso del desorden fisiológico manchas grises, se segmentó la escala de daño con el fin de exponer en forma más clara la importancia de este desorden en la calidad de los frutos.

**CUADRO 5.** Escala para clasificar el número de manchas producidas por desórdenes fisiológicos.

PUNTAJE	CLASIFICACION	N° MANCHAS	PRESENTACION
1	Inexistente	0	Bueno
2	Incipiente	1	Bueno
3	Leve	2-4	Regular
4	Moderado	5-9	Malo
5	Severo	+10	Malo

**Pérdida de peso.** Se pesaron frutos, antes y después del almacenaje, con una balanza de precisión, para medir la pérdida de humedad.

**Aceptabilidad.** Para medir aceptación o rechazo, este análisis se efectuó, con un grupo de 24 panelistas no entrenados, quienes determinaron la aceptabilidad a base de la siguiente escala:

Me gusta extremadamente.....	9
Me gusta mucho.....	8
Me gusta medianamente.....	7
Me gusta algo.....	6
Me es indiferente.....	5
Me disgusta algo.....	4
Me disgusta medianamente.....	3
Me disgusta mucho.....	2
Me disgusta extremadamente.....	1

La calidad organoléptica fue evaluada con el método de Scoring. La fruta de cada tratamiento fue analizada por un grupo de 12 panelistas entrenados, que estimaron el color, aroma, apariencia, fibrosidad, amargor, sabor, dulzor y astringencia. Cada una de estas características fueron calificadas con una pauta de valores de 1 a 9 puntos.

A cada panelista se le ofreció un cuarto de fruto, por lo que se hizo necesario separar 8 frutos por tratamiento.

#### Diseño experimental y análisis estadístico

El ensayo se diseñó completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las distintas concentraciones de atmósfera. Las unidades experimentales fueron cajas de 28 frutos cada una.

Los datos recopilados fueron analizados mediante análisis de varianza y en el caso de existir diferencias significativas, se ocupó la prueba de rango múltiple de Duncan. El nivel de significancia usado fue de 5%. Los resultados se presentaron a través de cuadros y figuras.



La regresión calculada fue la siguiente:

$$\% \text{ P.S.} = (0,9733 * \% \text{ Aceite}) + 11,9662$$

Correlación = 0,99

0,9733 = Pendiente de la recta

11,9662 = Coeficiente de posición; es decir, punto donde la recta corta al eje de las Y.

% P.S. = Porcentaje de peso seco

### Color externo

Concordando con lo encontrado en palta cv. Hass por González (1979) y a diferencia de lo encontrado en palta cv. Fuerte por Salas (1990), en este ensayo el testigo tuvo diferencias significativas en relación con los tratamientos de AC, en la evaluación hecha a los 35 días. El color original 5 GY 4/3 verde oliva moderado, no cambió significativamente entre los tratamientos de AC, pero sí lo hizo el testigo, cambiando a un tono negro rojizo (Figura 1).

Por otra parte, en la evaluación de los 35 + 15 días (segunda salida de frío) (Figura 2), se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos; además, se observó una evolución del color a través del tiempo en un mismo tratamiento (Cuadro 7).



FIGURA 1. Color externo. Primera salida de frío.

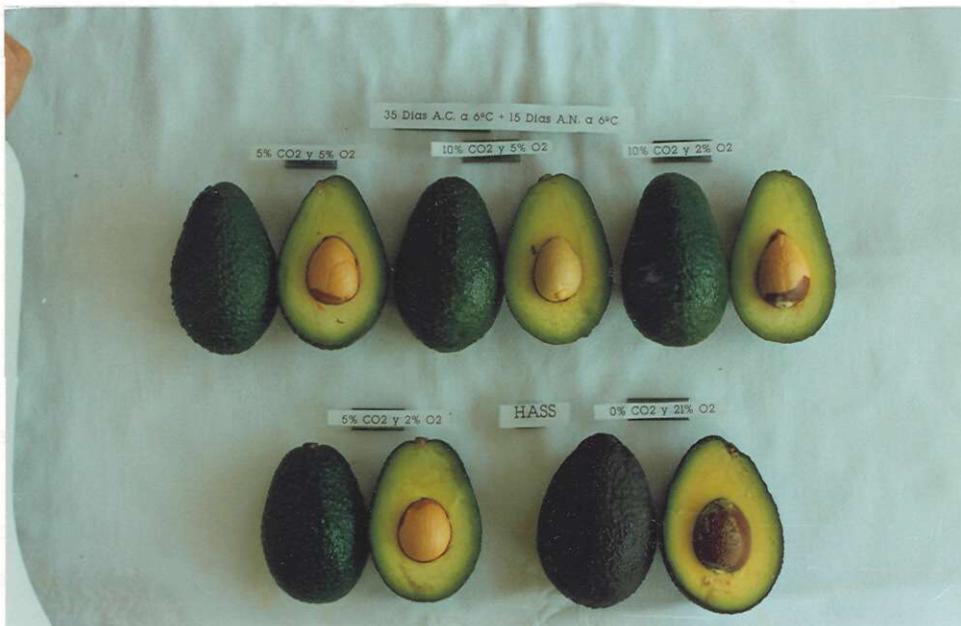


FIGURA 2. Color externo. segunda salida de frío.

**Cuadro 7.** Evolución del Color Externo en el tiempo de palta cv. Hass.

TRATAMIENTO	DIA 0		DIA 35		DIA 35+15	
%CO <sub>2</sub> - %O <sub>2</sub>	PROM		PROM		PROM	
0 - 21	1	a	5	b	5	c
10 - 2	1	a	1,25	a	4,5	bc
10 - 5	1	a	1	a	2,25	a
5 - 5	1	a	2	a	3,25	ab
5 - 2	1	a	2	a	3	a

(Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0,05$ )

(Ver Anexo I).

El color observado en los frutos de las evaluaciones que se realizaron en la etapa de comercialización simulada, fue el mismo color visto en el tratamiento testigo al salir de frío, es decir, un color negro rojizo (Apéndice I, Cuadro 2). Este color fue usado como un índice visual que ayudó a otro índice - el tacto -, para determinar el momento de madurez de consumo de los frutos, punto donde éstos fueron evaluados.

#### Color interno

Tanto en la primera como en la segunda salida de la fruta desde la cámara a 6°C, es decir, a los 35 días AC y a los 35 días AC + 15 días atmósfera normal (AN), no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos con AC, pero sí las hubo entre éstos y el testigo.

Al igual que lo descrito por Biale y Young (1962), se observó una evolución de color a medida que la madurez de consumo fue acercándose. Si bien el color original al día cero fue 5 GY 5/6 (verde amarillo moderado); 2,5 GY 9/8 (verde amarillo brillante) y 7,5 Y 9/8 (amarillo verdoso brillante), desde el epicarpio hacia el endocarpio, respectivamente, éste cambió en la primera salida en todos los tratamientos de AC a un color promedio de 5 GY 6/8 (verde amarillo fuerte); 2,5 GY 9/8 (verde amarillo brillante) y 7,5 Y 9/8 (amarillo verdoso brillante). En el caso del testigo, cambió a un color 5GY 5/6 (verde amarillo moderado); 7,5 Y 9/8 (amarillo verdoso brillante) y 5 Y 9/9 (amarillo brillante).

Lo anterior se contrapone a lo descrito por González (1979), quien señala una escasa fluctuación del color interno por parte de los tratamientos de AC en relación con el testigo.

Por otro lado, en la segunda salida de frío, se observó una absoluta homogeneidad en el color interno de los frutos bajo AC, presentándose un color 7,5 GY 5/7 (verde amarillo moderado); 2,5 GY 9/8 (verde amarillo brillante) y 7,5 Y 9/8 (amarillo verdoso brillante), el que se diferenció notoriamente con el obtenido en el testigo, el cual fue un 7,5 GY 5/7 (verde amarillo moderado); 5 GY 8/8 (verde amarillo brillante) y 2,5 GY 9/8 (verde amarillo brillante) (Apéndice I, Cuadro 1).

Lo ya descrito se puede observar en las figuras 3 y 4, cuya escala de correspondencia con la tabla de Nickerson se encuentra en el Anexo II.

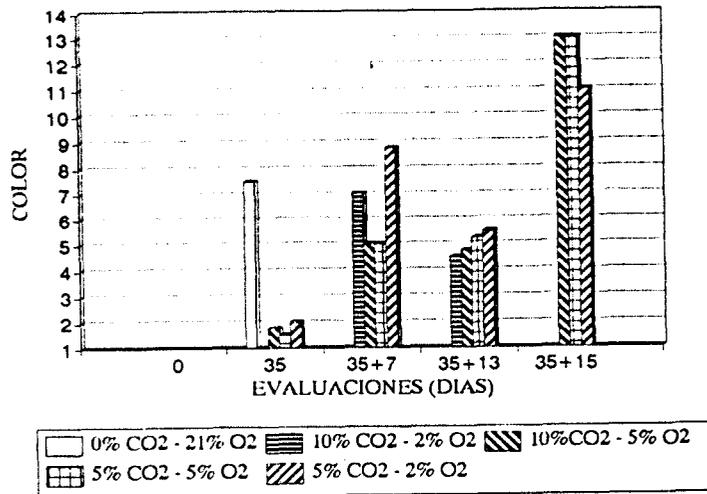


FIGURA 3. Color interno de palta cv. Hass. Primera salida de frío.

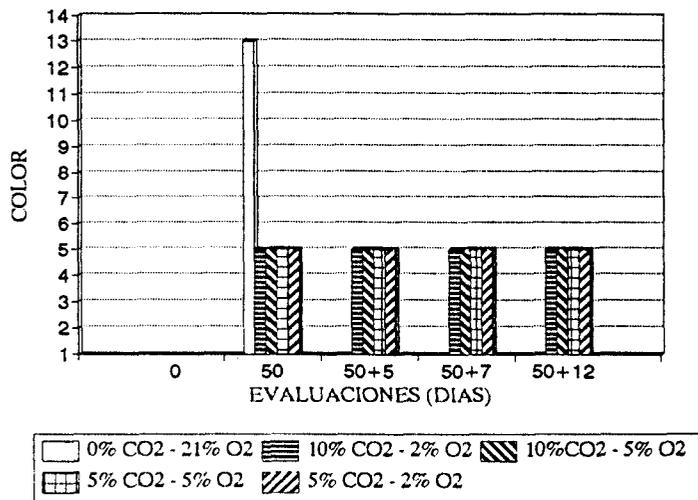


FIGURA 4. Color interno de palta cv. Hass. Segunda salida de frío.

Esta diferencia de color interno entre el testigo y los tratamientos de AC, es explicable, ya que la fruta con tratamientos de AC, evaluada tanto en la primera como en la segunda salida, al igual que lo descrito por Zauberman et al, (1977), se encontró con presiones superiores a las 20 Lb, a diferencia del testigo, que según González (1979), para ambas evaluaciones ya registraba una presión igual a 1 Lb.

Del color interno obtenido en el período de comercialización simulada, de la primera salida de frío, se puede decir que la gama de colores encontrados, tanto dentro de un tratamiento, como entre tratamientos y en el tiempo, fue variada (Figura 3), lo que se contrapone a lo expuesto por Peralta (1977) y Carrillo (1991), en palta cv. Fuerte. Esto hizo que fuera imposible poder atribuirles un color de pulpa exacto a estos frutos.

No se puede decir lo mismo del color obtenido durante el período de venta de los frutos provenientes de la segunda salida de frío, ya que estos presentaron una similitud destacable entre ellos. El color observado en todas las evaluaciones fue 7,5 GY 5/7 (verde amarillo moderado); 2,5 GY 9/8 (verde amarillo brillante) y 7,5 Y 9/8 (amarillo verdoso brillante) (Figura 4) (Apéndice I, Cuadro 5).

### Deshidratación

La pérdida de peso medida, principalmente a través de la deshidratación (Wills et al, 1981), fue un buen parámetro para poder determinar la condición externa de los frutos a salida de frío y posteriormente, en su venta simulada.

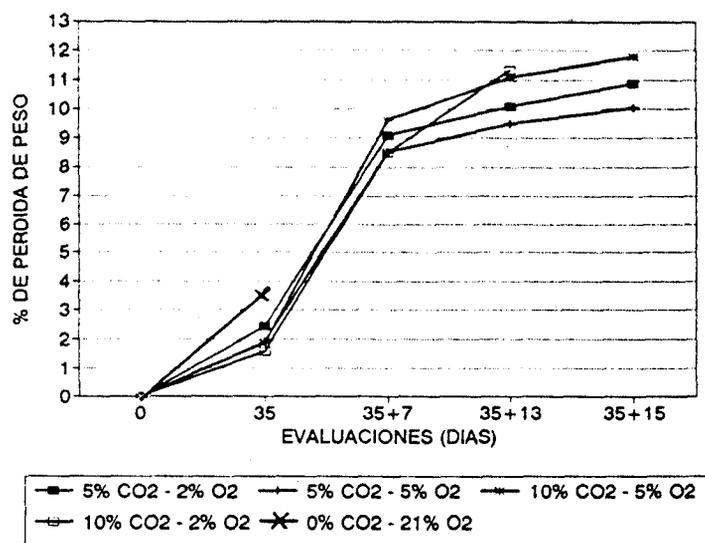


FIGURA 5. Deshidratación de palta cv. Hass.  
Primera salida de frío.

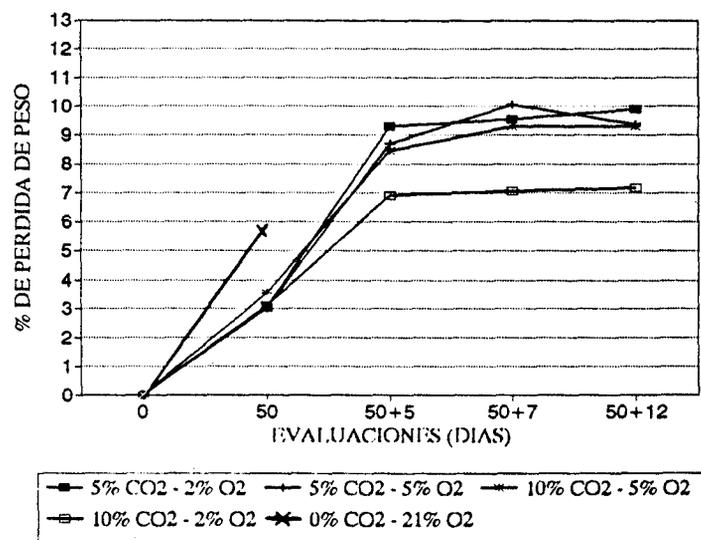


FIGURA 6. Deshidratación de palta cv. Hass.  
Segunda salida de frío.

Si bien se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de AC en ambas salidas de frío, las diferencias fueron mayores en la segunda. Aún así, ninguno de los tratamientos con AC superó el 3,6% de deshidratación, lo cual permitió a los frutos tener un excelente aspecto de condición externa, cosa que coincide con lo descrito por Peralta (1977), (Figuras 5 y 6).

En la primera salida de frío, las pérdidas de peso en los frutos testigos, en relación a los tratados con AC que poseían el mayor porcentaje de pérdida (5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>), fueron un 43% superior, y por otro lado, en la segunda salida, esta pérdida de peso superó en un 62% al tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>, el cual, en esta salida tuvo las mayores pérdidas de peso por deshidratación (Figuras 5 y 6).

La mayor deshidratación obtenida entre el tratamiento testigo y los de AC, en la segunda salida de frío, se explica por la permanencia del testigo maduro por más de quince días. Según se puede deducir de la información entregada en el color externo, a la fecha de la primera salida de frío, esta fruta estuvo en madurez de consumo.

#### Influencia del tiempo y temperatura de almacenaje

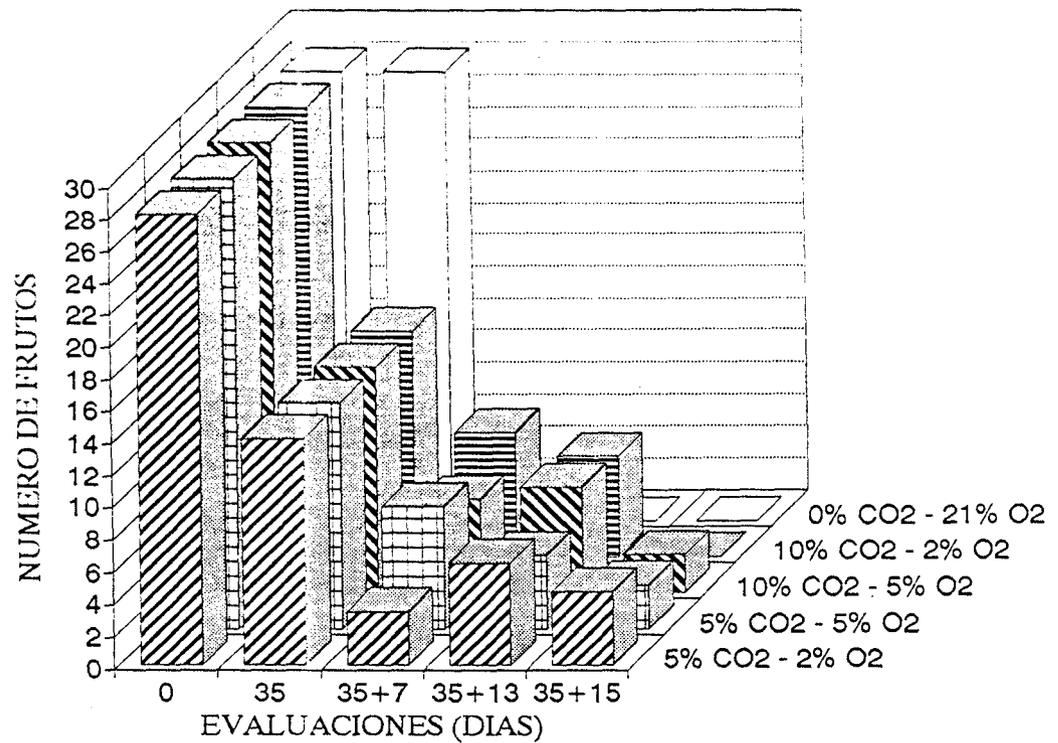
En el período de venta simulada, a medida que aumenta el tiempo y la temperatura, la deshidratación del fruto también lo hace, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Zauberman et al, (1978) (Apéndice I, Cuadro 3).

La deshidratación de la fruta, en el período de venta simulada, tiene un gran incremento después de la salida de frío (figura 3 y 4), para luego continuar en ascenso pero a una tasa menor.

#### Número de frutos evaluados

Para analizar estos datos de una mejor manera, se determinó como DIA 0 al inicio del ensayo en el cual, las cajas de todos los tratamientos contenían 28 frutos, 14 de los cuales se evaluarían en la salida de los 35 días, independientemente de su estado de madurez y los otros 14 frutos, fueron evaluados a medida que fueran madurando. Esto, con el objeto de poder determinar un tiempo óptimo de comercialización, sin tener pérdidas de fruta. Lo mismo se realizó en la segunda salida de frío, a los 35 días AC a 6°C + 15 días AN a 6°C.

En el período de comercialización simulada de la primera salida de frío, existieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de AC (Figura 7). El máximo de tiempo que se pudo tener ésta fruta fue de 15 días, y sólo el tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> fue incapaz de llegar a esta fecha, ya que su última evaluación se realizó a los 13 días de venta simulada (Apéndice I, Cuadro 1).



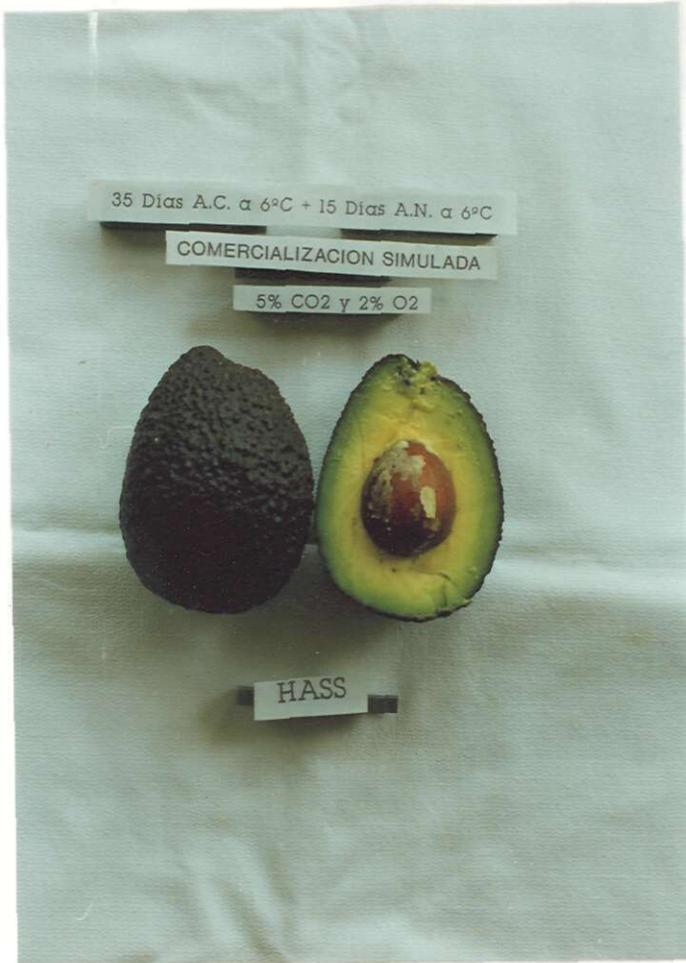
**FIGURA 7.** Número de frutos de palta cv. Hass evaluados. Primera salida de frío.

Berger *et al* (1978), encontraron que almacenando la fruta a 7°C se pudo conservar en buenas condiciones hasta 35 días, más 3 días a temperatura ambiente (18°C). Esto se contrapone a los resultados obtenidos en el tratamiento testigo, el cual a los 35 días ya tenía las condiciones para ser consumido y no permitía mantenerlo por más tiempo en una posible venta simulada.

El tiempo óptimo de comercialización simulada fue de 13 días, ya que en este tiempo todos los tratamientos presentaban sobre un 65% de la fruta apta para consumo.

Si se considera 13 días de comercialización simulada como un punto de partida, hay que señalar que el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> presentó sólo un 67,8% de su fruta madura, es decir, aún le restaba por madurar a un 32,2% de la fruta, lo que en definitiva le da una ventaja por sobre los otros tratamientos, respecto de los cuales, a los 13 días de comercialización, sólo les restaba menos del 20% de su fruta para ser evaluada.

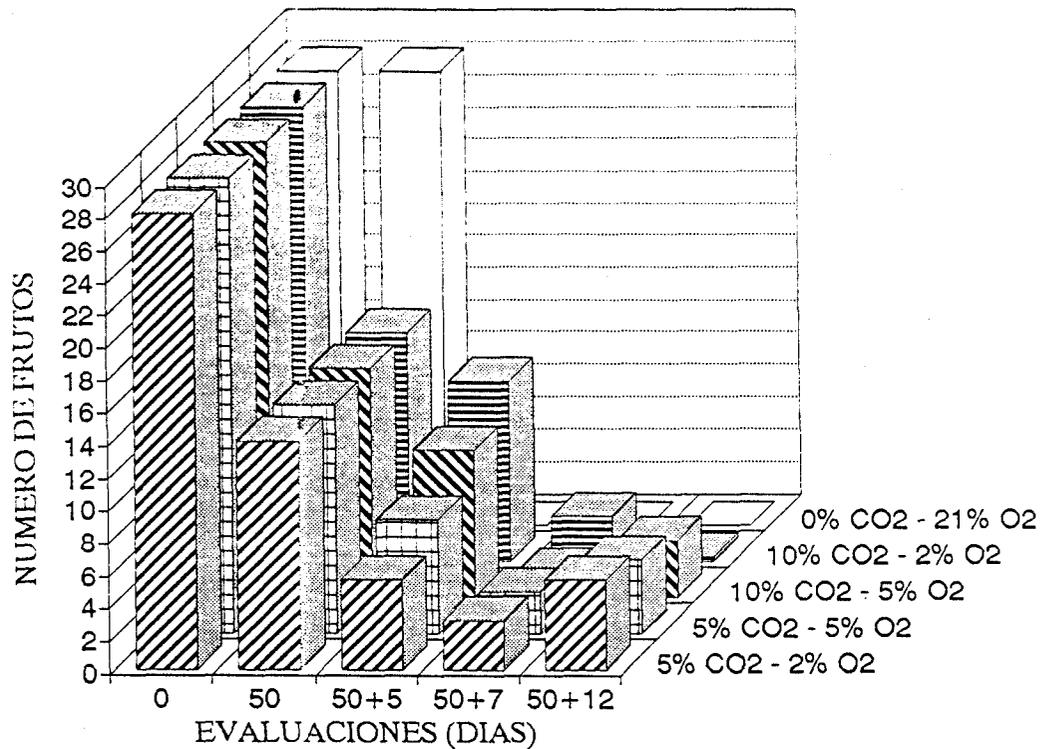
En relación a la segunda salida de frío, nuevamente se pudo observar que fue el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> quien tuvo la mayor cantidad de fruta a ser evaluada para la última fecha, con un porcentaje de que alcanzó un 39,28%. Esta fruta, estuvo 35 días AC a 6°C + 15 días AN a 6°C + 12 días en venta simulada a 18°C, lo que en total le otorgó una vida de 62 días desde que fue cosechada hasta que estuvo apta para el consumo (Figura 8).



**FIGURA 8.** Palta cv. Hass. 35 días AC + 15 días AN a 6°C + 12 días de venta simulada.

Los tratamientos 5% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub> y 10% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>, no estuvieron tan alejados del tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, pero aún así, se estimó que después de las condiciones de almacenamiento ya mencionadas, el óptimo de comercialización para ellos sería de 7 días (Figura 9). Sin embargo, considerando que un 39,28% de la fruta perteneciente al tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> pudo ser

evaluada a los 12 días de venta simulada, se estimó que éste era el período adecuado de venta para ese tratamiento.



**Figura 9.** Número de frutos de palta cv. Hass evaluados. Segunda salida de frío.

### Resistencia de la pulpa a la presión

Este índice de madurez fue usado para verificar en que condición se encontraba la fruta al momento de ser evaluada y como un modo de respaldar el cambio de color y ablandamiento al tacto de la fruta cuando ésta maduró.

A los 35 días en AC, la firmeza de la pulpa a la presión obtenida en los distintos tratamientos fue la misma que la inicial, es decir, 27 lb, cosa que indicó que hasta ese momento no existía una real influencia de las distintas concentraciones de gases. Lo que sí tuvo una fuerte influencia, fue la concentración atmosférica sobre el tratamiento testigo, quién, en contraposición absoluta a los otros tratamientos, presentó una resistencia de la pulpa a la presión de 1 lb, junto con un cambio radical del color externo inicial a un negro rojizo (Apéndice I, cuadro 4).

En el período de maduración, la firmeza estuvo en directa relación con el número de frutos evaluados en cada fecha de medición, ya que se usó este índice, además del color, para poder determinar cuanta fruta estaba efectivamente en su madurez de consumo y así poder evaluarla.

Fue en la etapa de venta simulada donde se encontraron diferencias entre los tratamientos, y así la cantidad de fruta que iba madurando en las distintas evaluaciones era absolutamente heterogénea (Apéndice I, Cuadro 4).

Al igual que la investigación de Peralta (1977) y González (1979), este ensayo coincide en el hecho que los valores de firmeza de la pulpa a la presión, disminuyen a medida que aumenta la venta simulada a temperatura ambiente (18°C).

Fue así como se pudo observar una clara ventaja del tratamiento 5% CO<sub>2</sub> - 2% O<sub>2</sub>, el cual a los 35 + 15 días presentó un 32.2% de fruta para ser evaluada.

En la segunda salida de frío (al igual que en la primera), las firmezas, aunque estuvieron en el rango de las 22 Lb, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de AC, pero como se puede deducir de la primera salida, el testigo tuvo una presión de 1 Lb junto con una visible deshidratación de la fruta (Apéndice I, Cuadro 4).

La importancia de las distintas concentraciones, tanto de CO<sub>2</sub> como de O<sub>2</sub>, se observó después, a medida que pasaba el tiempo en la venta simulada. En este período, fue nuevamente el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> quién más perduró en el tiempo, con mayor cantidad de fruta. Este tratamiento logró llegar a los 50 + 12 días con un 40% de su fruta en condiciones de ser consumida, cosa que indudablemente lo hace el mejor de los tratamientos, en cuanto a lo que a vida de postcosecha se refiere.

Según un estudio hecho por Biale y Pratt (1944), la reducción de las concentraciones de O<sub>2</sub> en la atmósfera que rodea al fruto, retarda o reduce el aumento crítico de la actividad respiratoria y, por lo tanto, el ablandamiento de la fruta. Esto explicaría lo ocurrido en los casos de fruta sometida a Atmósfera Controlada.

#### Influencia del período de almacenaje

En condiciones de atmósfera normal, existe una disminución sostenida de la firmeza de la pulpa entre la época de recolección y el tiempo de almacenaje, lo cual fue evidente en los frutos testigos en la evaluación a los 35 días de la presente investigación y concuerda con lo expuesto por González

(1979).

Al igual que los resultados de Carrillo (1991), los de la presente investigación difieren de los indicados por Zauberman et al (1977), quienes dicen que es necesario un período de temperatura ambiente para producir un ablandamiento apto para consumo, en fruta mantenida a 6°C y 8°C. Esta discrepancia es clara si se considera que el testigo sufrió ablandamiento antes del período de venta simulada, es decir, a los 35 días en condiciones de atmósfera normal, y tuvo un ablandamiento suficiente como para permitir el consumo del fruto.

El ablandamiento está directamente relacionado con el climacterio (Biale, 1941). Esto explica que la fruta sometida sólo a condiciones de atmósfera normal, logra el climacterio mucho antes que la fruta sometida a atmósfera controlada, independientemente de la concentración gaseosa usada. Ello fue comprobado en los diferentes tratamientos de la presente investigación.

#### Pudriciones

No existen diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a Atmósfera Controlada (Apéndice I, Cuadro 6).

Se observan diferencias significativas con el tratamiento testigo de la segunda salida de frío, el cual sufrió contaminación con hongos en el sector de la unión del pedúnculo del fruto, punto que según estudios hechos por Luza et al (1979), es muy susceptible a este tipo de contaminación.

El testigo fue afectado en un 22,35%, lo que se explica probablemente por el largo tiempo que esta fruta estuvo madura (15 días), el alto nivel de deshidratación y una fuerte disminución de los compuestos antifúngicos presentes en la cáscara de la fruta inmadura. Prusky et al (1991), plantean la existencia de estos compuestos, los que disminuyen con el aumento de la madurez. Esto podría explicar la similitud de los resultados obtenidos en los tratamientos de AC.

Además del testigo, en la segunda salida, se obtuvo un porcentaje de pudrición de los otros tratamientos, aunque fue de poca importancia, como se observa en el Apéndice I, Cuadro 6.

De todas formas, para evitar estas pudriciones, Morales, et al (1981), encontraron que inmersiones por 5 minutos en una solución de Benlate 50% W.P. + Manzate 88% W.P. en dosis de 60g y 180g, respectivamente, en 100 litros de agua, tenía un buen control fungoso. No obstante, es necesario consultar tanto los registros de estos productos en el país de destino como sus carencias y tolerancias de residuos. Estos antecedentes se obtienen en publicaciones anuales hechas por la E.P.A (Environmental Protection Agency) en los EUA, o por la O.M.S (Organización Mundial de la Salud) para el resto de los mercados.

## Desórdenes fisiológicos

### Pardeamiento de fibra

Este problema fisiológico, se manifestó como un viraje de tonalidad de las células que rodean a las fibras, apenas apreciable en el momento de cosecha, hacia un color que fue de un pardo muy claro a un pardo muy oscuro. Este mismo desorden fisiológico fue denominado como pardeamiento de fibra por González (1979).

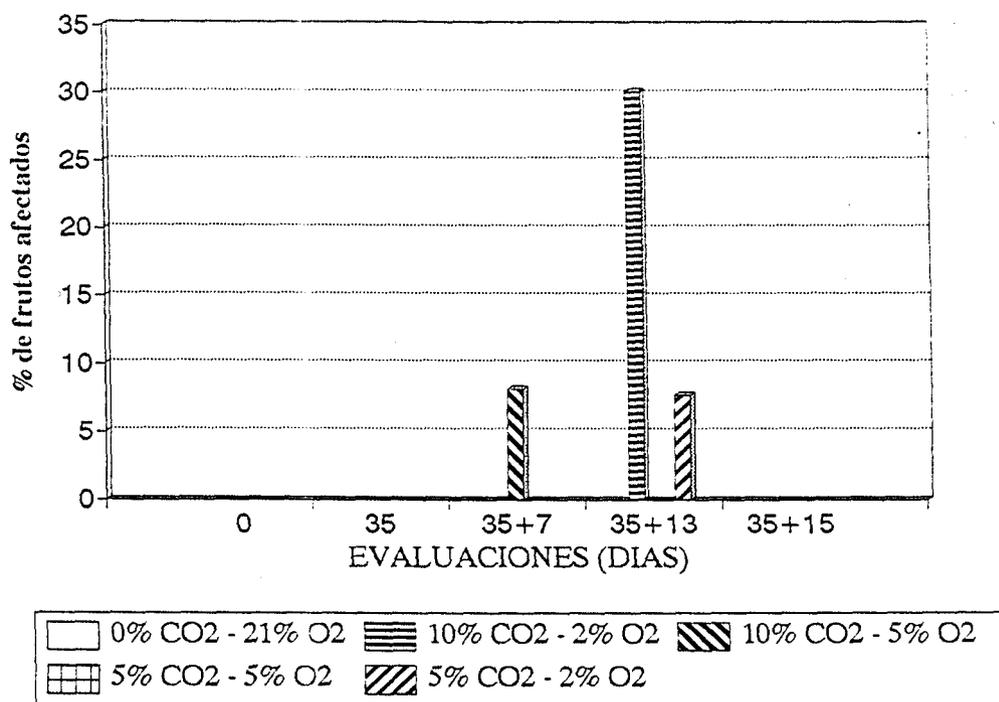
Se destaca que el nivel máximo de pardeamiento de fibra alcanzado por todos los tratamientos, en la primera salida de frío, fue de pardeamiento muy claro, es decir, un pardeamiento incipiente, lo cual no compromete la calidad comercial del fruto.

Esta alteración se evidenció en mayor grado cuando la fruta fue sometida al período de venta simulada a una temperatura de 18°C.

Sólo existieron diferencias significativas de pardeamiento de fibra entre los distintos tratamientos, en la fruta evaluada a los 13 días después de la primera salida de frío (Figura 10) (Apéndice I, Cuadro 7).

Si bien los resultados obtenidos a través del tiempo fueron erráticos, se puede destacar la ausencia absoluta de pardeamiento de fibra del tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>. Además, el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, sólo presentó un 7,7% de pardeamiento de fibra a los 13 días de comercialización

simulada y si se considera que este porcentaje está sacado en base a la cantidad de fruta evaluada en el momento, se puede decir que el problema fue menor.



**Figura 10.** Pardeamiento de fibra de palta cv. Hass.  
Primera salida de frío.

Estos resultados se contraponen a los obtenidos por González (1979), quién pone en evidencia la aparición de un pardeamiento de fibra acentuado durante el almacenaje y comercialización de la palta Hass.

A diferencia de lo informado por Carrillo (1991), Salas (1990) y Peralta (1977), en este ensayo no se apreció un claro aumento del problema de pardeamiento en los tratamientos utilizados, a medida que aumentó el tiempo de almacenaje.

En la segunda salida (Figura 11), se puede observar que el tratamiento testigo presentó un 20% de pardeamiento de fibra, con un nivel de intensidad leve, es decir, un color pardo claro (Apéndice I, Cuadro 7). El resto de los tratamientos presentaron esta anomalía en forma aleatoria en algunas de las evaluaciones posteriores durante la comercialización simulada, siendo muy extraño que se presente sólo en una evaluación y no en más de una, como es el caso del tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>.

Estos resultados coinciden con los de la primera salida en lo relacionado a la intensidad del pardeamiento, esto es, un color pardo muy claro, cosa que afortunadamente no compromete la calidad comercial de la fruta y por ende no obliga a descartar a ninguno de los tratamientos.

A pesar de ésto, el tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> fue quién obtuvo el menor porcentaje de pardeamiento en la segunda salida, alcanzando sólo al 5,35% (Apéndice I, Cuadro 7).

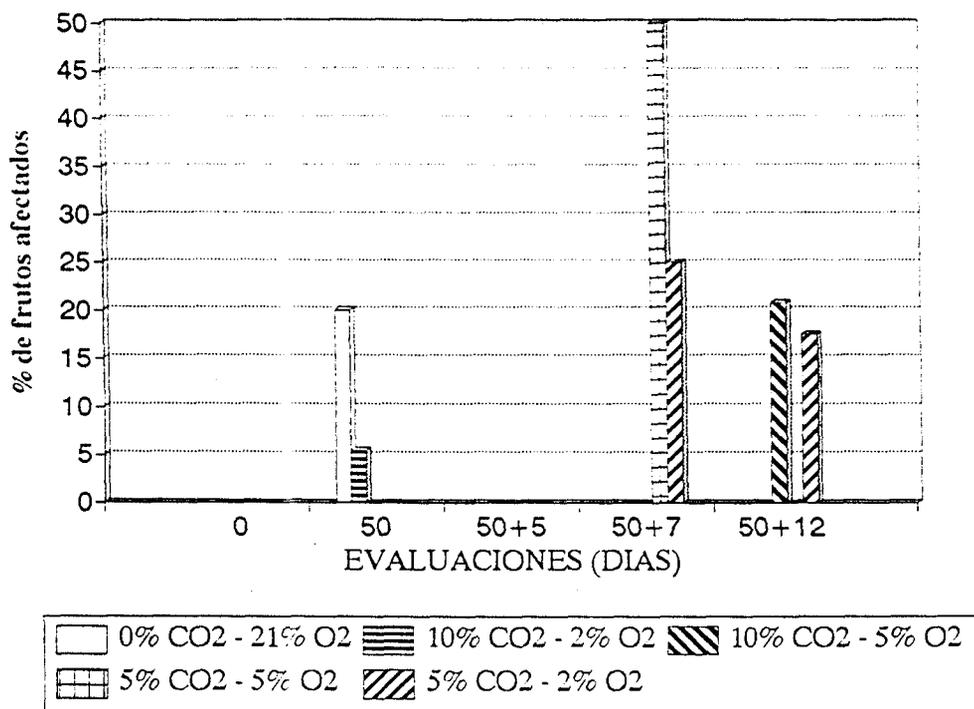


Figura 11. Pardeamiento de palta cv. Hass.  
Segunda salida de frío.

### Pardeamiento interno

Este desorden fisiológico presentó diferencias poco significativas entre los distintos tratamientos de AC en la primera salida de frío. Si bien todos los tratamientos, excepto el 5% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>, presentaron un cierto porcentaje de pardeamiento interno, éste no superó el 13,5% de los frutos evaluados, el pardeamiento fue muy claro y afectó en todos los casos a la zona adyacente al carozo (Apéndice I, Cuadro 8).

En la segunda salida, fue el tratamiento testigo quien presentó evidencias del problema, con un 23,75% de la fruta con un color pardo muy claro pero que comprometía menos del 25% de

la pulpa. Este último factor es importante en la apariencia de la fruta al momento de consumirla y podría llegar eventualmente a causar un rechazo de la misma por el consumidor.

En el posterior período de venta simulada, tanto el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> - 2% O<sub>2</sub> como el 5% CO<sub>2</sub> - 5% O<sub>2</sub> no presentaron pardeamiento alguno, cosa que sin lugar a dudas es una ventaja en relación a los otros tratamientos (Apéndice I, Cuadro 8).

#### **Manchas grises en la pulpa**

En este ensayo sólo se encontró en la segunda salida de frío en el testigo (Apéndice I, Cuadro 9). Las manchas encontradas fueron de carácter incipiente, cosa que no perjudicó la buena presentación del fruto. Esto podría significar que a diferencia del cv. Fuerte, este cv. puede ser resistente a este desorden fisiológico.

#### **Asociación de problemas fisiológicos**

En algunos casos estos problemas - puntualmente Pardeamiento de fibra, Pardeamiento interno y Manchas grises - pueden presentarse asociados en un mismo fruto, como lo indican Peralta (1977) y Salas (1990).

En la presente investigación, el pardeamiento de fibra estuvo asociado, en muy pocos casos a pardeamiento de pulpa, en especial en el testigo de la segunda salida de frío.

El desarrollo de alteraciones fisiológicas es el principal problema que limita el almacenamiento de paltas. Berger y Auda

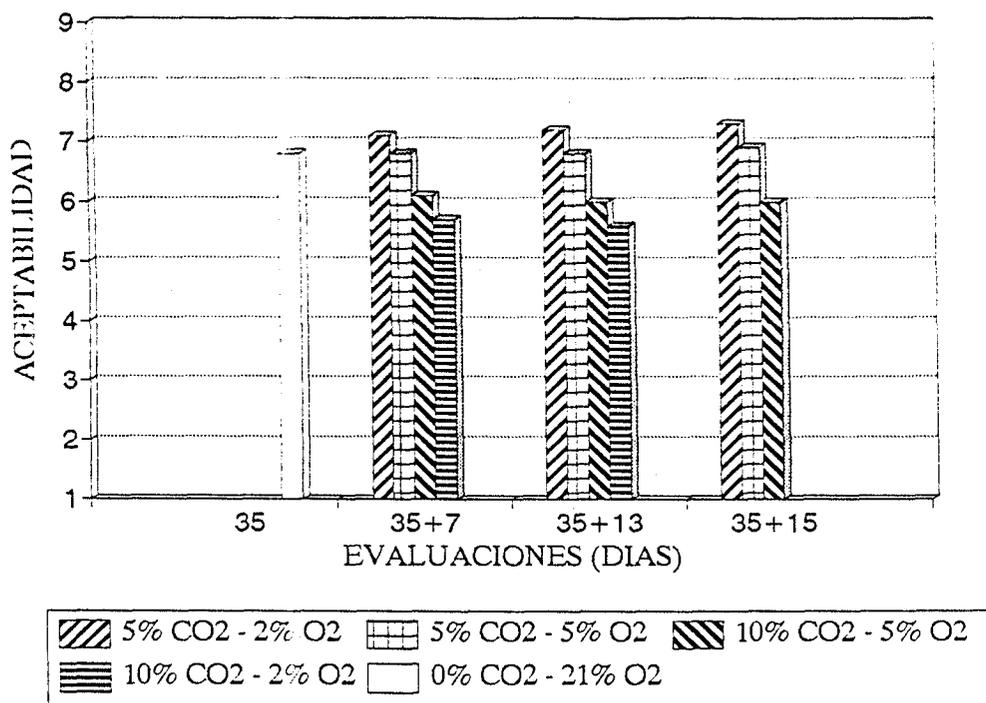
(1982), señalan que la palta cv. Hass presenta menos susceptibilidad a estos daños, por ello su potencial de conservación es mayor que el del cv. Fuerte. Esto último coincide plenamente al comparar los resultados de esta investigación con los obtenidos por Peralta (1977), Salas (1990) y Carrillo (1991).

Para confirmar lo anteriormente expuesto, los resultados obtenidos en los tratamientos 15% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub> y 20% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>, hechos con el fin de inducir daño por CO<sub>2</sub>, muestran una total ausencia de daño causado por la AC. Más aún, no se observó alteración alguna (Apéndice II, Cuadro 1).

#### Parámetros de aceptabilidad

Las diferencias significativas más absolutas entre tratamientos se registraron en la medición de este parámetro. Es fácilmente distinguible la mayor aceptabilidad que obtuvo el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> en todas las evaluaciones de la primera salida, con un promedio mayor a 7 puntos (Figura 12).

Esta ventaja, tanto en la primera como en la segunda salida, fue seguido muy de cerca por el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>, quien a su vez superó a los tratamientos 10% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub> y 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, respectivamente. Esto indica una clara influencia de la alta concentración de CO<sub>2</sub> sobre este cv., ya que fueron precisamente los tratamientos con este nivel de CO<sub>2</sub> los que en definitiva disminuyen las preferencias del panel de degustación.



**Figura 12.** Aceptabilidad de palta cv. Hass.  
Primera salida de frío.

Para confirmar esta apreciación, en esta investigación, también se analizó el comportamiento de la palta cv. Hass en altas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Estas fueron de 15% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub> y 20% CO<sub>2</sub> y 5% O<sub>2</sub>. Al analizar los datos de aceptabilidad obtenidos a partir de la fruta de ambos tratamientos, se observa un cierto rechazo de la fruta en relación a los tratamientos con menor cantidad de CO<sub>2</sub>. La calificación obtenida para ambos tratamientos fue de 5,1 y 5,0, respectivamente (Apéndice II, Cuadro 1).

En la evaluación del segundo estado de madurez (Figura 13), el puntaje que obtuvo el testigo no fue malo ya que estuvo por sobre la indiferencia. Esto es destacable, si se considera que esta fruta estuvo madura por más de 15 días.

Si bien, ninguno de los tratamientos fue descartado absolutamente, en la primera salida, la fruta del tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, evaluada en comercialización, estuvo por sobre la indiferencia, pero sin llegar a gustar algo (Figura 12).

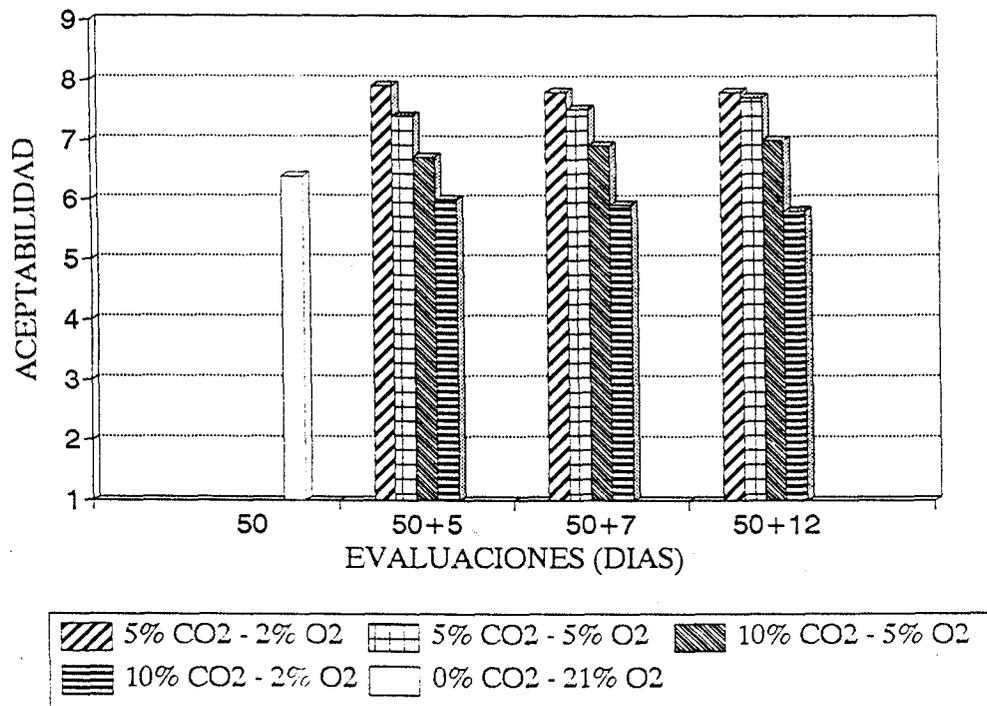


Figura 13. Aceptabilidad de palta cv. Hass.  
Segunda salida de frío.

### Parámetros de calidad

#### Primera salida de frío (Cuadro 8)

Apariencia. La mejor apariencia la presentó el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, siendo calificado entre bueno y muy bueno. Los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos, obteniendo una calificación de más que regular, destacándose de entre estos últimos el tratamiento testigo, quien presentó una apariencia buena.

Color. Como no hubo diferencias significativas entre tratamientos, la variación de colores tampoco tuvo tanta oscilación. Se destaca el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> con un color cercano al levemente oscuro. Los demás obtuvieron color calificado cercano al normal, moderado.

Aroma. El tratamiento testigo obtuvo una calificación de normal. El tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, se acercó más a la intensidad de levemente bajo y fue significativamente diferente al resto, quienes obtuvieron una intensidad de aroma baja.

Dulzor. En general, todos los tratamientos presentan un dulzor calificado de suave y, a pesar de no existir diferencias significativas entre ellos, el único que se escapa de esta calificación es el tratamiento 10% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, el cual obtuvo una intensidad de dulzor levemente suave.

Cuadro 8. Análisis parámetros de calidad primera salida de fñco

Trat	Aparienc.	Grupo	Color	Grupo	Aroma	Grupo	Dulzor	Grupo	Astring	Grupo	Fibrosid	Grupo	Amargor	Grupo	Sabor	Grupo
5-2	7,4 MB	B (1)	5,7 NM	A	4,4 B	B	4,1 S	B	3,1 LB	A	3,5 B	A	2,8 LS	A	5,4 NM	A
5-5	6,8 b	A	5,1 NM	A	4,2 B	B	4,1 S	B	3,4 LB	A	3,3 B	A	2,6 LS	A	5,2 NM	A
10-5	6,7 b	A	5,4 NM	A	4,1 B	B	3,8 S	B	3,2 LB	A	3,1 B	A	2,8 LS	A	4,8 NM	A
10-2	6,6 b	A	5,4 NM	A	3,3 LB	A	3,2 LS	A	3,3 LB	A	2,6 B	A	2,6 LS	A	4,8 NM	A
0-21	7 b	A	5,3 NM	A	4,6 B	B	4,1 S	B	3,5 LB	A	3,2 B	A	2,6 LS	A	5,1 NM	A

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

MB= Muy buena

b= Buena

LS= Levemente suave

S= Suave

LB= Levemente bajo

B= Bajo

NM= Normal, moderado

Astringencia. No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. En la escala de intensidad, el testigo se sitúa por sobre el resto con una astringencia baja, en cambio, los demás presentan una intensidad levemente baja.

Fibrosidad. La palta cv. Hass está considerada dentro del grupo de las no fibrosas y los resultados en esta investigación lo confirman. El tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> fue el que obtuvo la más alta calificación en la escala y ésta fue de levemente baja en fibrosidad. Los otros tratamientos fueron considerados como bajos en fibrosidad.

Amargor. No se observan diferencias significativas entre los tratamientos, siendo calificados en general de levemente suave.

Sabor. No se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos. Todos son calificados en promedio con un sabor normal, moderado.

#### Segunda salida de frío (cuadro 9)

Apariencia. No hubo diferencias entre los tratamientos y estos obtuvieron una calificación de buena.

Color. No se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos. Todos estuvieron calificados con una intensidad de color normal, moderado.

Aroma. No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, encontrándose las calificaciones en la intensidad de aroma bajo.

Dulzor. La calificación dada para todos los tratamientos, producto que no existieron diferencias significativas entre ellos, fue de suave.

Astringencia. El testigo tuvo una calificación de baja y se diferencia significativamente de la fruta de los tratamientos de AC, los cuales fueron calificados con una intensidad de astringencia levemente baja.

Fibrosidad. Dentro de esta escala, el testigo encabezó el grupo con una calificación de levemente baja. Lo siguieron, con una diferencia significativa, todos los tratamientos de AC, quienes presentaron una fibrosidad baja.

Amargor. No hubo diferencias significativas entre tratamientos y fueron calificados como levemente suave.

Sabor. Se destaca significativamente el tratamiento 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub>, el que fue calificado con un sabor levemente alto. El resto de los tratamientos tuvieron un sabor normal, moderado.

Cuadro 9. Análisis parámetros de calidad segunda salida de frío

Trat	Apartenc.	Grupo	Color	Grupo	Aroma	Grupo	Dulzor	Grupo	Astring	Grupo	Fibrosid	Grupo	Amargor	Grupo	Sabor	Grupo
5-2	6,6 b	A (1)	5,5 NM	A	4,2 B	A	4,2 S	A	3,1 B	A	3,2 B	A	3,1 S	A	5,61 A	B
5-5	7 b	A	5,3 NM	A	4,3 B	A	3,9 S	A	3,3 LB	A	3,1 B	A	2,71 S	A	5,5 NM	A
10-5	7,2 b	A	5,2 NM	A	4,3 B	A	3,7 S	A	3,1 LB	A	3 B	A	3,1 S	A	5,3 NM	A
10-2	6,6 b	A	5,4 NM	A	4 B	A	3,6 S	A	3,2 LB	A	2,9 B	A	2,91 S	A	5,3 NM	A
0-21	7,3 b	A	4,6 NM	A	3,8 B	A	3,8 S	A	3,7 B	B	3,8 LB	B	3,31 S	A	5 NM	A

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $P \leq 0,05$ )

NM= Normal, moderado

LB= Levemente baja

S= Suave

LA= Levemente alto

LS= Levemente suave

B= Bajo

b= Buena

### Discusión de parámetros de calidad

Apariencia. Ambas salidas de frío coinciden en que la calificación general fue de buena. Estos resultados no son sorprendentes, si se considera que los desórdenes fisiológicos que hubo fueron de poca consideración.

Color. Se confirman los resultados poco significativos entre los tratamientos, en la fruta proveniente de ambas salidas de frío, con los expuestos por González (1979).

Aroma. Este fue levemente bajo, lo que ratifica la diferencia en este aspecto, con los cultivares provenientes de la raza Mexícola (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

Dulzor. El dulzor suave obtenido como promedio de las muestras analizadas en este ensayo, coincide con el encontrado por Carrillo (1991), en el cv. Fuerte.

Astringencia. Afortunadamente la astringencia, en general, fue levemente baja. Se confirma lo expuesto por González (1979), quien obtuvo una baja astringencia.

Fibrosidad. Coincidiendo con los antecedentes previamente recopilados, la fibrosidad obtenida en todos los tratamientos fue baja.

Amargor. El amargor observado para todos los tratamientos fue levemente suave. Esto ayuda a explicar la buena aceptabilidad obtenida y confirma las buenas cualidades organolépticas señaladas por Gardiazábal y Rosenberg (1990).

Sabor. Se obtuvo en general un sabor normal, moderado. Esto explica la buena aceptabilidad obtenida, ya que el sabor es una mezcla de casi todos los parámetros de calidad analizados en este ensayo, los cuales favorecen en conjunto a la buena palatabilidad del fruto (González, 1979).

**CONCLUSIONES**

Los resultados de la presente investigación permiten concluir que:

- 1.- El sistema de Atmósfera Controlada, es una buena técnica de almacenaje, asociada a una temperatura de 6°C para mantener frutos de palta cv. Hass en óptimas condiciones de postcosecha. Al sacar la fruta de AC a los 35 días y ponerla en comercialización simulada, el óptimo de tiempo para la fruta fue de 13 días. Sin embargo, si se saca de AC a los 35 días y se mantiene a 6°C y atmósfera normal durante 15 días más y luego es puesta en comercialización simulada, resiste en forma óptima 12 días, con lo cual el período de postcosecha con mantención de buena calidad del fruto es de 62 días.
- 2.- La deshidratación, en todos los tratamientos, no fue lo suficientemente grande para provocar una apariencia visible en el fruto, lo que mantuvo un buen aspecto de condición externa. Tampoco existió relevancia de los desórdenes fisiológicos, ni de las pudriciones.
- 3.- El punto óptimo de concentración gaseosa en Atmósfera Controlada fue de 5% CO<sub>2</sub> y 2% O<sub>2</sub> a una temperatura de 6°C.

## LITERATURA CITADA

ALVAREZ, F. 1974. El cultivo del aguacate. Editorial Santa Cruz de Tenerife, España. 225p.

BERGER, H., LUZA, J. and PERALTA, L. 1978. Almacenaje de palta Fuerte y Hass. Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science 22:30-39.

BERGER, H. y AUDA, C. 1982. Almacenamiento de paltas (Persea americana Mill.) cv. Fuerte y Hass en atmósfera controlada, atmósfera modificada y refrigeración común. Simiente 52(1-2):55-60.

BIALE, J. B. 1941. The climacteric rise in respiration rate of the Fuerte avocado fruit. Proceedings American Society Horticultural Science 39:137-142.

BIALE, J. B. and PRATT, H. K. 1944. Relation of the production of an active emanation to respiration in the avocado fruit. Plant Physiology 19:519-528.

BIALE, S. y YOUNG, R. E. 1962. Bioquímica de la maduración de los frutos. Endeavour 21:164-174.

CARRILLO, C. 1991. Atmósfera controlada en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile, U. de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. 97p.

COLLIN, M. N. 1984. Conservation de l'avocat par chocs CO<sub>2</sub>. Fruits 39(3):561-566.

EKSTEEN, G., TRUTER, B. and VORSTER, L. 1991. Post harvest handling of South African grown avocados for long distance shipping under RA and CA conditions, p. 117. In: II World Avocado Congress, Anaheim, California 7-16 October 1991. Anaheim, U.S.A 140p.

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1990. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 201p.

GONZALEZ, E. 1979. Conservación de palta Fuerte y Hass, mediante atmósfera controlada, atmósfera modificada y refrigeración común. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile, U. de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. 85p.

HATTON, T. T. and REEDER, W. 1972. Quality of 'Lula' avocados stored in controlled atmospheres with or without ethylene. Journal American Society Horticultural Science 97(3):339-341.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (INE). 1991. Estadísticas agropecuarias año agrícola 1990/1991. Santiago. 86p.

KOSIYACHINDA, S. and YOUNG, R. 1976. Chilling sensitivity of avocado fruit at different stages of the respiratory climacteric. Journal American Society Horticultural Science 101(6):665-667.

LEWIS, C. E. 1978. The maturity of avocados: a general review. *Journal Food Science* 39:857-866.

LUTZ, J. M. and HARDENBURG, R. E. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. U.S. Dept. Agr. Handb. 66. 122p.

LUZA, J. G., BERGER, H. y LIZANA, L. A. 1979. Almacenaje en frío de paltas (Persea americana Mill.) cvs. Negra de la Cruz, Ampolleta y Fuerte. *Simiente* 49(3-4):42-47.

LUZA, J. G., LIZANA, L. A. and MASSON, L. 1990. Comparative lipids evolution during cold storage of three avocado cultivars. *Acta Horticulturae* 259:153-160.

MORALES, A., BERGER, H. y LUZA, J. 1981. Control químico de hongos causantes de pudriciones en almacenamiento de paltas (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. *Simiente* 51(1-2):62-65.

PERALTA, L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte (Persea americana Mill.). Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile, U. de Chile, Facultad de Agronomía. 83p.

PRUSKY, D., KOBILER, I., PLUMBLEY, R., KEEN, N. and SIMS, J. 1991. Regulation of natural resistance of avocado fruit for the control of post harvest disease, p. 120. In: II World Avocado Congress, Anaheim, California 7-16 October 1991. Anaheim, U.S.A 140p.

RYALL, A. L. and PENTZER, W. T. 1982. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. The Avi Publ., Westport Conn. v.2, 545p.

SALAS, M. A. 1990. Influencias de épocas de cosecha y manejo de postcosecha en la calidad final en almacenaje de frutos de palta, cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, U. de Chile; Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, 97p.

SPALDING, D. and REEDER, W. 1974. Low-Oxygen High-Carbon Dioxide controlled atmosphere storage for control of Anthracnose and chilling injury of avocado. *Phytopathology* 65:458-460.

TRUTER, A., CUTTING, J. and BOWER, J. 1991. Effect of controlled and modified atmosphere storage on physiological browning of Fuerte avocados, p. 116. In: II World Avocado Congress, Anaheim, California 7-16 October 1991. Anaheim, U.S.A. 140p.

WILLS, R. H., LEE, T. H., GRAHAM, D., Mc GLASSON, W. B. and HALL, E. G. 1981. Post harvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. New South Wales University Press Limited, Australia. 153p.

YOUNG, R., ROMANI, R. and BIALE, J. 1961. Carbon dioxide effects on fruit respiration. II. Response of avocados, bananas and lemons. *Plant Physiology* 37:416-422.

ZAUBERMAN, G., SCHIFFMANN-NADEL, M. and YANKO, U. 1973. Susceptibility to chilling injury of three avocado cultivars at different stages of ripening. HortScience 8(6):511-513.

ZAUBERMAN, G., SCHIFFMANN-NADEL, M. and YANKO, U. 1977. The response of avocado fruits to different storage temperatures. HortScience 12(4):353-354.

## ANEXO I

Escala de color externo

---

1.....	5 GY 4/3	(Verde oliva moderado)
2.....	5 GY 3/2	(Verde oliva grisáceo)
3.....	7,5 GY 4/4	(Verde oliva moderado)
4.....	2,5 GY 4/3	(Verde oliva moderado)
5.....		Negro rojizo
6.....	2,5 GY 3/1	(Verde oliva grisáceo)

---

Fuente: Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Producción Agrícola de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile.

## ANEXO II

Escala de color interno

- 
- 1.....5 GY 5/6; 2,5 GY 9/8 y 7,5 Y 9/8 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo verdoso brillante).
- 2.....5 GY 6/8; 2,5 GY 9/8 y 7,5 Y 9/8 (Verde amarillo fuerte); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo verdoso brillante).
- 3.....5 GY 5/6; 2,5 GY 9/8 y 5 Y 9/9 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo brillante).
- 4.....5 GY 5/6; 2,5 GY 9/8 y 10 Y 9/9 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo verdoso brillante).
- 5.....7,5 GY 5/7; 2,5 GY 9/8 y 7,5 Y 9/8 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo verdoso brillante).
- 6.....5 GY 5/6; 2,5 GY 9/8 y 7,5 Y 8/12 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo verdoso vivo).
- 7.....5 GY 5/6; 7,5 Y 9/8 y 5 Y 9/9 (Verde amarillo moderado), (Amarillo verdoso brillante) y (Amarillo brillante).
- 8.....5 GY 5/6; 2,5 GY 9/8 y 7,5 GY 9/4 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Verde amarillo claro).

9.....5 GY 5/6; 7,5 GY 8/7 y 2,5 GY 9/8 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Verde amarillo claro).

10.....5 GY 5/6; 5 GY 6/8 y 2,5 GY 9/8 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo fuerte) y (Verde amarillo brillante).

11.....5 GY 5/6; 10 Y 9/9 y 2,5 GY 9/8 (Verde amarillo moderado); (Amarillo verdoso brillante) y (Verde amarillo brillante).

12.....5 GY 5/6 y 2,5 GY 9/8 (Verde amarillo moderado) y (Verde amarillo brillante).

13.....7,5 GY 5/7; 5 GY 8/8 y 2,5 GY 9/8 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Verde amarillo brillante).

14.....7,5 GY 5/7; 2,5 GY 9/8 y 5 Y 9/9 (Verde amarillo moderado); (Verde amarillo brillante) y (Amarillo brillante).

---

Fuente: Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Producción Agrícola de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile.

ANEXO III 1/Parámetros de calidad y aceptabilidadApariencia

Excelente.....	9
Muy buena.....	8
Buena.....	7
Más que regular....	6
Regular.....	5
Menos que regular..	4
Deficiente.....	3
Mala.....	2
Muy mala.....	1

Intensidad de color

Extremadamente alto, oscuro...	9
Muy oscuro.....	8
Alto.....	7
Levemente oscuro.....	6
Normal, moderado.....	5
Bajo.....	4
Levemente bajo, claro, pálido.	3
Muy pálido.....	2
Sin color.....	1

Intensidad de aroma

Extremadamente aromático.	9
Muy aromático.....	8
Aromático.....	7
Levemente alto.....	6
Normal, moderado.....	5
Bajo.....	4
Levemente bajo.....	3
Muy bajo.....	2
Sin aroma.....	1

Intensidad de dulzor

Extremadamente dulce, relajante.	9
Muy dulce.....	8
Dulce.....	7
Levemente alto.....	6
Normal, moderado.....	5
Suave.....	4
Levemente suave.....	3
Muy suave.....	2
Sin dulzor.....	1

---

1/ Fuente: Guía de Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile.

**Astringencia**

Extremadamente astringente..	9
Muy astringente.....	8
Astringente.....	7
Levemente alto.....	6
Normal, moderado.....	5
Baja.....	4
Levemente baja.....	3
Muy baja.....	2
Sin astringencia.....	1

**Amargor**

Extremadamente amargo....	9
Muy amargo.....	8
Amargo.....	7
Levemente alto.....	6
Normal, moderado.....	5
Suave.....	4
Levemente suave.....	3
Muy suave.....	2
Sin amargor.....	1

**sabor**

Extremadamente alto.....	9
Muy alto.....	8
Alto.....	7
Levemente alto.....	6
Normal, moderado.....	5
Bajo.....	4
Levemente bajo.....	3
Muy bajo.....	2
Insípido, sin sabor.....	1

**Fibrosidad**

Extremadamente fibroso...9
Muy fibroso.....8
Fibroso.....7
Fibrosidad levemente alta6
Moderadamente fibroso....5
Fibrosidad levemente baja4
Bajo en fibrosidad.....3
Muy débil en fibrosidad..2
Sin fibrosidad.....1

**Aceptabilidad**

Me gusta extremadamente.....	9
Me gusta mucho.....	8
Me gusta medianamente.....	7
Me gusta algo.....	6
No me gusta ni me disgusta.....	5
Me disgusta algo.....	4
Me disgusta poco.....	3
Me disgusta mucho.....	2
Me disgusta extremadamente.....	1

## APENDICE I

Análisis de rango múltiple

Cuadro I.1. Numero de frutos evaluados

SALIDA	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO
FRIO	5 - 2	28	a (1)	14	a	3.25	a	6.25	a	4.5	b
1	5 - 5	28	a	14	a	7.5	b	4.5	b	2.66	a
	10 - 5	28	a	14	a	5.75	ab	6.5	a	2.33	a
	10 - 2	28	a	14	a	7.75	b	6.25	a		
	0 - 21	28	a	28	b						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	28	a	14	a	5.5	a	3	ab	5.5	d
	5 - 5	28	a	14	a	7	b	2.5	ab	4.5	c
	10 - 5	28	a	14	a	9	c	1.5	a	3.5	b
	10 - 2	28	a	14	a	11	d	2.75	ab	0.25	a
	0 - 21	28	a	28	b						

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.2. Color externo

SALIDA	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO
FRIO	5 - 2	1	a	2	a	5	a	5	a	5	a
1	5 - 5	1	a	2	a	5	a	5	a	5	a
	10 - 5	1	a	1	a	5	a	5	a	5	a
	10 - 2	1	a	1.25	a	5	a	5	a		
	0 - 21	1	a	5	b						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	1	a	3	a	5	a	5	a	5	a
	5 - 5	1	a	3.25	ab	5	a	5	a	5	a
	10 - 5	1	a	2.25	a	5	a	5	a	5	a
	10 - 2	1	a	4.5	b	5	a	5	a	5	a
	0 - 21	1	a	5	bc						

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.3. Porcentaje de deshidratación

SALIDA	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
DE	CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
FRIO	5 - 2	0	a (1)	2.46	ab	9.09	a	10.1	ab	10.9	a
1	5 - 5	0	a	1.92	a	8.53	a	9.48	a	10	a
	10 - 5	0	a	1.87	a	9.62	a	11.1	ab	11.8	a
	10 - 2	0	a	1.58	a	8.5	a	11.3	b		
	0 - 21	0	a	3.52	b						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	0	a	3.02	a	9.29	c	9.55	b	9.87	b
	5 - 5	0	a	3	a	8.69	b	10	bc	9.35	b
	10 - 5	0	a	3.53	b	8.45	b	9.3	b	9.3	b
	10 - 2	0	a	3.1	a	6.92	a	7.07	a	7.18	a
	0 - 21	0	a	5.75	c						

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.4. Resistencia de la pulpa a la presión (Lb)

SALIDA	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
DE	CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
FRIO	5 - 2	27	a (1)	27	b	1.45	a	1.02	a	1.15	a
1	5 - 5	27	a	27	b	1	a	1.2	a	1	a
	10 - 5	27	a	27	b	1.05	a	1.15	a	1	a
	10 - 2	27	a	27	b	1.62	a	1	a		
	0 - 21	27	a	1	a						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	27	a	22.5	b	1	a	2.3	a	1.27	a
	5 - 5	27	a	21	b	1	a	1.35	ab	1.2	a
	10 - 5	27	a	22.5	b	1	a	1.25	ab	1.02	a
	10 - 2	27	a	22.4	b	1	a	1.57	ab	1	a
	0 - 21	27	a	1	a						

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.5. Color interno

SALIDA DE	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO GRUPO								
FRIO 1	5 - 2	1	a (1)	2	a	8.75	c	5.5	a	11	a
	5 - 5	1	a	1.5	a	5	a	5.25	a	13	b
	10 - 5	1	a	1.75	a	5	a	4.75	a	13	b
	10 - 2	1	a	1	a	7	b	4.5	a		
	0 - 21	1	a	7.5	b						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO
	5 - 2	1	a	5	a	5	a	5	a	5	a
	5 - 5	1	a	5	a	5	a	5	a	5	a
	10 - 5	1	a	5	a	5	a	5	a	5	a
	10 - 2	1	a	5	a	5	a	5	a	5	a
0 - 21	1	a	13	b							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.6. Porcentaje de frutos afectados con pudricion

SALIDA DE	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO GRUPO								
FRIO 1	5 - 2	0	a (1)	0	a	0	a	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 2	0	a	0	a	0	a	0	a		
	0 - 21	0	a	0	a						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO
	5 - 2	0	a	1.77	a	0	a	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	3.57	b	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	1.77	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 2	0	a	8.9	c	0	a	0	a	0	a
0 - 21	0	a	22.4	d							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.7. Porcentaje de frutos afectados con pardeamiento de fibra

SALIDA DE	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2	O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP
FRIO 1	5 - 2	0	a (1)	0	a	0	a	7.7	b	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	8.12	b	0	a	0	a
	10 - 2	0	a	0	a	0	a	30.1	c		
	0 - 21	0	a	0	a						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP
	5 - 2	0	a	0	a	0	a	25	b	17.5	b
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	50	c	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	20.8	c
	10 - 2	0	a	5.35	b	0	a	0	a	0	a
0 - 21	0	a	20	c							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.8. Porcentaje de frutos afectados con pardeamiento interno

SALIDA DE	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2	O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP
FRIO 1	5 - 2	0	a (1)	0	a	5	b	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	0	a	13.3	b	0	a
	10 - 2	0	a	0	a	9.15	c	0	a		
	0 - 21	0	a	0	a						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP
	5 - 2	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	27.9	c	0	a	13	b
	10 - 2	0	a	0	a	21.6	b	0	a	0	a
0 - 21	0	a	23.8	b							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.9. Porcentaje de frutos afectados con manchas grises

SALIDA	TRAT	DIA 0		DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO
FRIO 1	5 - 2	0	a (1)	0	a	0	a	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 2	0	a	0	a	0	a	0	a		
	0 - 21	0	a	0	a						
2		DIA 0		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	5 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 5	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	10 - 2	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
0 - 21	0	a	3.57	b							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

Cuadro I.10. Aceptabilidad

SALIDA	TRAT	DIA 35		DIA 35+7		DIA 35+13		DIA 35+15	
		CO2 - O2	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO
FRIO 1	5 - 2	( )		7.1	b	7.2	b	7.3	b
	5 - 5	( )		6.8	b	6.8	b	6.9	b
	10 - 5	( )		6.1	a	6	a	6	a
	10 - 2	( )		5.7	a	5.6	a		
	0 - 21	6.8	a (1)						
2		DIA 50		DIA 50+5		DIA 50+7		DIA 50+12	
		PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUP	PRO	GRUPO
	5 - 2	( )		7.9	b	7.8	c	7.8	b
	5 - 5	( )		7.4	b	7.5	c	7.7	b
	10 - 5	( )		6.7	a	6.9	b	7	b
	10 - 2	( )		6	a	5.9	a	5.8	a
0 - 21	6.4	a							

(1) (Promedios seguidos de letras distintas en cada columna, indica diferencias significativas,  $p \leq 0.05$ )

( ) = Inexistencia de datos por falta de fruta madura en la fecha señalada.

## APENDICE II

Cuadro II.1. Inducción de dano por CO2 en frutos de palto cv. Hass

DIA	TRAT	COLOR EXTE		PRESION		COLOR INTE		DESORD. FISI		ACEPTABILIDAD	
		PRO	GRUPO	PRO	GRUP	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO	PRO	GRUPO
0	CO2 - 0										
	15 - 5	1	a (1)	27	a	1	a	0	a	( )	a
	20 - 5	1	a	27	a	1	a	0	a	( )	b
20											
	15 - 5	1	a	27	a	3	a	0	a	( )	a
	20 - 5	1	a	27	a	3	a	0	a	( )	a
20+12											
	15 - 5	5	a	2	a	3	a	0	a	5.1	a
	20 - 5	5	a	2	a	3	a	0	a	5	a

(1) (Letras iguales en cada columna, indica diferencias no significativas,  $p < 0.05$ )

( ) = Inexistencia de dato por falta de fruta madura en la fecha señalada.