UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE TITULACION

EVALUACION DE DISTINTAS MODIFICACIONES ATMOSFERICAS EN LA CONSERVACION DE PALTAS (*Persea americana* Mill.) cv. HASS, GWEN Y WHITSELL EN ALMACENAJE REFRIGERADO

MARCIA CAROLINA FRIAS ORTEGA

QUILLOTA CHILE
1995

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION	1
	5
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Antecedentes generales	5
2.1.1. Situación mundial	7
2.1.2. Situación en Chile	9
2.1.3. Exportaciones	10
2.2. Antecedentes botánicos	11
2.3. Descripción de Cultivares	11
2.3.1. Cultivar Hass	13
2.3.2. Cultivar Gwen	14
2.3.4. Cultivar Whitsell	16
2.4. Fisiología de postcosecha	16
2.4.1. Patrón respiratorio	17
2.4.2. Producción de etileno	17
2.5. Desarrollo del fruto	17
2.6. Madurez y Senescencia	19
2.7. Indices de madurez	21
2.8. Almacenaje refrigerado	23
2.8.1. Temperatura	23
2.8.2. Humedad	27
2.9. Atmósfera controlada y modificada	28
2.10. Desórdenes fisiológicos	33
3. MATERIALES Y METODOS	37
3.1. Determinación de cosecha	37
3.2. Tratamientos	39
3.2.1. Nivel de madurez	39
3.2.2. Concentración de gases	39
3.2.3. Período de almacenaje	40
3.3. Parámetros de evaluación	42
3.3.1. Parámetros cuantitativos	42
3.3.2. Parámetros cualitativos	43
3.4. Diseño experimental	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4.1. Resistencia de la pulpa a la presión	48
4.1.1. Influencia de la modificación atmosférica sobre la resistencia de la pulpa a la presión	48
4.1.2. Influencia del período de almacenaje sobre la	

resistencia de la pulpa a la presión 50
4.1.3. Influencia del nivel de madurez sobre la resistencia de la pulpa a la presión 52
4.2. Deshidratación 55
4.3. Apariencia general 59
4.4. Desórdenes fisiológicos 62
4.4.1. Pardeamiento interno 63
4.4.2. Oscurecimiento vascular 74
4.4.3. Descoloración de la piel 83
4.5. Daños patológicos 93
4.6. Color de la epidermis 97
4.7. Color del mesocarpo 100

5. CONCLUSIONES 103

6. RESUMEN 105

7. LITERATURA CITADA 106

ANEXOS 112

1. INTRODUCCIÓN

En Chile existen regiones con condiciones climáticas que permiten el cultivo de paltos, siendo potencialmente extensas como para abastecer el mercado interno y al mismo tiempo posibilitar la exportación de esta fruta.

De acuerdo a los datos obtenidos en la actualización del catastro frutícola y a los estudios referidos a la determinación de rendimiento, se espera que la producción de palta llegue a 87.000 toneladas para obtener 33.300 toneladas exportables. Para la temporada 1997 , la producción proyectada es de 98.000 toneladas, lo que significa un incremento del 50 % respecto de lo que actualmente se esta produciendo (CIREN-CORFO 1993). Esto orienta el interés hacia la posibilidad de exportar aquella fruta que posea las mejores condiciones y puedan competir en el mercado internacional.

En la actualidad la variedad Hass es una de las de mayor importancia comercial , porqué reúne las mejores características de presentación, sabor y conservación ocupa un lugar preferencial entre los consumidores y tiene la mayor importancia como producto de exportación (Berger y Galleti, 1987).

La rentabilidad que deja el negocio de las paltas es muy variable y se encuentra ligado a la magnitud de producción del resto de los países productores. Esta situación ha dado origen a la necesidad de incrementar nuestras producciones para lograr márgenes económicos más estables y seguros, a su vez, con la disminución en los costos

mediante el adecuado manejo del huerto y la selección de nuevas variedades y/o híbridos.

Este último punto se ha desarrollado con gran interés en países tales como Israel y Estados Unidos entre otros. Es así como hoy es posible contar con variedades tales como Gwen, la más promisoria dentro de los tres cultivares obtenidos por la Universidad de California. Ésta se destaca por sus características organolépticas superiores a Hass, alta productividad, baja tendencia al añerismo, y un comportamiento en almacenaje refrigerado similar a Hass.

Si bien es cierto, Gwen - así como el resto de las nuevas selecciones - no parece ser la solución definitiva del problema de rentabilidad de este negocio, en algunos casos representa la esperanza de obtener mejores ganancias. Aunque en Chile ya es posible contar con tales selecciones es necesario realizar una serie de estudios que permitan determinar su comportamiento bajo nuestras condiciones climáticas.

A su vez, establecer el máximo tiempo de guarda que incluye transporte y comercialización en relación a su contenido de aceite a la cosecha, ya que éste se considera como un índice del potencial de almacenaje de los frutos.

Para la exportación de esta fruta se necesita un sistema de almacenamiento que permita llegar con la fruta en óptimo estado , después de 25 a 35 días de transporte marítimo. En la actualidad la rentabilidad del cultivo del palto está disminuyendo, en consecuencia existe interés por el estudio del almacenamiento de esta fruta a fin de

extender su distribución hacia mercados distantes, para solucionar los problemas de oferta y regular los precios en el mercado nacional. Se han encontrado dificultades en la conservación de la calidad de la palta durante el tiempo que demora en llegar al país de destino vía marítima.

La posibilidad de poder prolongar el almacenamiento de lo que se permitiría bajo condiciones ambientales es muy importante. Los fines de las operaciones de conservación de frutos son: retardar madurez , reducir las pérdidas de putrefacción, evitar las alteraciones fisiológicas y mantener los atributos de calidad deseables. (Holdsworth, 1988). La maduración se encuentra íntimamente relacionada con la intensidad de respiración, de esta forma se usan medios adicionales a las bajas temperaturas para disminuir la tasa respiratoria y así retrasar la maduración . Entre estas medidas se encuentran el uso de modificaciones atmosféricas y absorbedores de etileno. LLegando ha ser la conservación de paltas una práctica necesaria cuando se pretende extender la distribución del producto hacia mercados lejanos (Berger y Galleti, 1987)

Existen una serie de técnicas de muy reciente aparición que intentan modificar la composición del ambiente de la cámara de refrigeración sin modificar la temperatura. La causa del desarrollo e investigación de esta parte es debido al elevado incremento económico que ha sufrido la energía. Más del 80% de los gastos de una central de refrigeración se deben a gastos energéticos. Quizás en un tiempo no muy lejano se podrá conservar a una concentración nula de O2, o a concentraciones muy elevadas de

dióxido de carbono interfiriendo en procesos fisiológicos del fruto que se relacionan con el proceso de maduración (Herrero y Guardia, 1992).

Sobre la base de los antecedentes presentados, se puede señalar que es posible prolongar la vida de postcosecha de paltas frenando el proceso de maduración por medio del uso combinado de bajas temperaturas y modificaciones atmosféricas durante el período de almacenaje

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar el efecto de modificaciones atmosféricas sobre el período de almacenaje de diferentes cultivares de palta cosechadas con dos niveles de madurez comercial distintos.

A su vez los objetivos específicos son :

-Evaluar el efecto de modificaciones atmosféricas sobre el período de almacenaje de tres cultivares de palta.

-Evaluar el efecto de modificaciones atmosféricas sobre la calidad de frutos de palta de tres cultivares.

-Evaluar el efecto de modificaciones atmosféricas sobre la madurez en frutos de palta de tres cultivares.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales:

2.1.1. Situación Mundial

Debido a que el origen del palto es Centro América, el 83,2% de la producción mundial está concentrada entre el Norte y Sur de América. También, esto indica que los países en desarrollo fueron responsables del 81,4% de la producción mundial (Wolstenholme, 1988). Según datos obtenidos por Mark Affleck del California Avocado Comission citado por Gardiazábal (1994), en el año 1989 el 76,8% de la producción mundial de paltas se concentraba en América, un 10% en Asia, igual cifra para África, y sólo un 1,9 y 1,0% en Europa y Oceanía respectivamente. El mismo autor señala que entre el Norte y Centro América, se produce sobre 800 mil toneladas anuales, y luego en Sudamérica se obtiene una cantidad cercana a las 300 mil toneladas.

Aunque en África hay varios países productores, el más importante como productor y exportador es Sudáfrica, seguido por Camerún y Zaire. A su vez, México, USA, República Dominicana y Brasil, tienen casi el 50% de la producción mundial, con 728 mil toneladas. También es importante destacar, para nosotros en Chile, que México es el principal productor del mundo y que aporta el 25% de la producción, con 362 mil toneladas.(Gardiazábal, 1994). Lo sigue EEUU (13,8%), República Dominicana,

Brasil, Perú, Indonesia, Haití, Israel, Venezuela y El Salvador. En conjunto estos países aportan el 80% de la producción mundial (Wolstenholme, 1988).

Según Gardiazábal (1994) en EEUU la producción de paltas está ubicada en dos estados: California, que representa un 85% de la producción y Florida, con el 15% restante. Sin embargo,, en Florida la producción corresponde exclusivamente a paltas de origen antillano. Si se analiza sólo California dentro de EE.UU., siendo el que más nos interesa a nosotros en Chile, tanto por las variedades que produce como por las épocas de producción se observa que el cultivar Hass es la variedad predominante abarcando cerca del 90% de la producción en 1991/92. No obstante tener una fuerte investigación para la obtención de nuevas variedades, y de existir en el mercado cultivares interesantes -como Gwen y Whitsell- es la variedad Hass quien predomina actualmente, sin contrapeso.

En México el consumo per cápita de paltas en 1984 fue de 8 Kg/año el que se ha mantenido estático, siendo el aumento actual similar al de la población. Las exportaciones mexicanas, que han aumentado lentamente y van dirigidas al mercado europeo, son pobres -entre 12 y 15 mil toneladas- si consideramos los grandes volúmenes de producción de este país (Gardiazábal, 1994). Hay que considerar que la época de cosecha de la principal variedad de paltas producida por los mexicanos (Hass) corresponde aproximadamente a las mismas épocas de cosecha que en nuestro país (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

La producción de paltas en Sudáfrica ha aumentado marcadamente, donde el 56% de la producción corresponde a variedad Fuerte y un 27% a Hass. En cuanto a Israel, la superficie para 1990 fue de 8800 has., predominando la variedad Fuerte dentro de los cultivares plantados, así como su producción. El mercado temprano en Europa sigue siendo muy importante para Israel, con poca competencia y es la variedad Fuerte quien está madura más temprano (Gardiazábal, 1994).

Argentina es actualmente un pequeño productor mundial, con no más de 300 ha plantadas; y de éstas, sólo un poco más de 150 ha corresponden a huertos comerciales; pero que nos interesa mucho a nosotros, por la posibilidad de exportar parte de nuestra fruta de verano a este país (Gardiazábal, 1994).

2.1.2. Situación en Chile:

El palto (Persea americana Mill), ocupaba en Chile una superficie de 9360 hectáreas en 1990/91, con una producción de 38.857 ton, de las cuales 9.821 ton eran exportadas con la siguiente distribución: EE.UU.: 83%, Europa: 15% y Latinoamérica: 1,6% (INE, 1990/91). En las últimas temporadas, el área cultivada con paltos en el país se expandió en un 32% pasando desde 8.150 ha. en 1988/89 a 10.760 ha en 1992/93 (Anuario del Campo, 1993/94).

La producción alcanzó, la temporada 1993, 39.00 ton y ha mantenido un crecimiento sostenido desde hace 5 años, especialmente la variedad Hass (Fundación Chile, 1993).

Situación reflejada en el incremento del 30% de la producción total, sólo en los dos últimos años (Anuario del Campo, 1993/94).

Las principales zonas de producción están en los microclimas de las provincias de Valparaíso, Aconcagua, Santiago y O'Higgins, en las comunas de La Cruz, Quillota, San Vicente y Peumo (Ortega, 1977). La producción nacional se concentra principalmente entre las regiones V, RM y VI, donde en la temporada 1990/91 presentaban una producción de 19.800 ton, 10.850 ton y 6.110 ton respectivamente (Fundación Chile, 1993).

Al igual que la producción la superficie de paltos se concentra en la V región con 5.773 ha plantadas, lo que representa el 61% del total nacional, con incrementos principalmente de la variedad Hass. Le siguen en importancia la Región Metropolitana con 2.900 ha que corresponde al 7% de la superficie nacional. En la IV región, que con 320 ha representa el 3% del área cultivada en el país, también se aprecia una importante expansión de esta especie (Anuario del Campo, 1993/94). Por último, la VI región actualmente tiene 1.830 ha y cubre el 17% del total de la superficie (Anuario del Campo, 1993/94).

Es importante destacar que Chile es el segundo consumidor de paltas en el mundo, con un consumo percápita de 2,5 Kg al año, y sólo superado por México con un consumo de 8 kg/año (Fundación Chile, 1993).

La comercialización interna de paltas, como consecuencia de los aumentos de producción de los últimos años, también ha crecido desde 1989 en adelante. En aquel año se transaron 6.300 ton a través de ferias mayoristas de Santiago, volumen que prácticamente se duplicó en el lapso de sólo dos años, ya en 1991 se llegó a 12.250 ton transadas, aunque en 1993 se produjo una disminución de 7%., con 11.300 ton y en los siete primeros meses del año 1994 la tendencia decreciente continuó (Anuario del Campo, 1993/94).

2.1.3. Exportaciones Chilenas

La palta ha presentado una clara tendencia ascendente durante las últimas cinco temporadas, donde los volúmenes exportados han pasado de 104.000 cajas en 1987/88 a 1,7 millones de cajas en 1992/93 (Anuario del Campo, 1993/94). Las exportaciones de paltas han variado en los últimos años. De 4.624 cajas en la temporada 1983, en 1992 se logró un volumen de 1.342.070 lo que significa un crecimiento promedio anual del 87.5%, mostrando un crecimiento sostenido desde 1989 (CIREN CORFO, 1993).

El principal mercado de destino es Estados Unidos, concentrando el 93% de la exportación chilena total, aunque en la última temporada representó el 85% del total, sin embargo,, recientemente se ha notado una creciente actividad comercial al mercado europeo que ya está representando un 15% del total. Se espera así mismo que América Latina se convierta en el futuro en un importante comprador de esta especie (Anuario del Campo, 1993/94).

Las exportaciones chilenas corresponden principalmente a variedad Hass abarcando el 80% de la exportación total de paltos, concentrándose en los meses de Octubre a Enero (Panorama Económico de la Fruticultura, 1990).

El mercado interno en las últimas temporadas ha presentado una caída en los volúmenes transados debido a cambios en la producción y volúmenes exportados, lo cual lleva a una permanente alza en los precios del mercado interno (Panorama Económico de la Fruticultura, 1990). El mercado interno continúa siendo el principal destino de la producción de paltas llegando al 85% de la producción nacional (CORFO,1991).

2.2. Antecedentes Botánicos:

El palto (Persea americana Mill.) es una especie frutal de hoja perenne para el cual se han distinguido tres razas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, cuyas distintas condiciones de adaptación al medio han permitido la difusión del cultivo por diversos lugares del mundo (IBA, 1979).

Los árboles de la raza Mexicana tienden a tener olor a anís en las hojas; el fruto suele madurar seis a ocho meses después de la floración y tiene una piel fina y lisa. Es esta una raza de zonas altas, probablemente con condiciones que hacen necesaria cierta resistencia al frío, y los árboles tienen más resistencia que los de las otras razas (Chandler, 1962).

Lo árboles de la raza Guatemalteca tienden a producir frutos más grandes, que necesitan más tiempo para desarrollarse totalmente a partir de la floración y que tienen la piel más gruesa, más dura y más rugosa que las de la raza mexicana. Los árboles son menos resistentes al frío que los de la raza mexicana. Las variedades cultivadas de esta raza no tienen olor a anís en las hojas (Chandler, 1962).

Los árboles de algunas variedades de la raza Antillana producen frutos pequeños y los de otras variedades frutos muy grandes. La piel del fruto tiende a ser un poco más delgada y lisa en la raza Guatemalteca (Chandler, 1962).

2.3. Descripción de Cultivares:

2.3.1. Cultivar Hass

El Hass fue obtenido por semilla en 1926 en América (Wood, 1984), de una planta guatemalteca en la Habrá Heights (California), es una variedad muy difundida pues se cultiva en California, Israel, Islas Canarias y Sur de España (Abascal, 1985).

Actualmente, es un cultivar en expansión en todos los países productores y, posiblemente, atendiendo a su distribución territorial y al volumen de producción, sea la primera variedad del mundo (Calabrese, 1992). Ocupa el primer lugar entre los paltos cultivados en Chile, siendo el que más rápidamente ha incrementado su superficie luego de haber sido introducido al país hace 40 años. Lo anterior se debe al

que no muestra una tendencia tan marcada al afierismo como el cultivar Fuerte (Gardiazábal, 1990).

El fruto es oval y asimétrico, su peso medio está comprendido entre 180 y 280 gr, pero muchos frutos, particularmente en las zonas de cultivo mediterráneas, no alcanza este peso (Calabrese, 1992). La cáscara es gruesa y algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol. Una vez cosechado el fruto, la piel se va tornando de color negro a medida que madura (Rosenberg, 1990).

Según Vasquez (1975) el poseer una cáscara más gruesa que otras variedades, se convierte en una ventaja en lo que al manipuleo se refiere, así como al almacenamiento y transporte. La pulpa es cremosa de color amarillento en la parte contigua a la semilla. El tamaño de la semilla es regular y bien ajustada a la pulpa. La relación de pulpa, cáscara y semilla en gr/100 son de: 62,61|, 20,36 y 16,83 respectivamente. Calabrese (1992) indica que la maduración se alcanza con un porcentaje medio de aceite 22 a 23% lo cual concuerda con lo señalado por Abascal (1985), el cual también menciona que el fruto posee un sabor excelente, no contiene fibras, y es de semilla pequeña,

Cuando el fruto completa su maduración la piel se torna de color violáceo, el cual muchas veces, los fruticultores dejan en el árbol por largo tiempo, sin que se produzca en él alteraciones después del período de maduración (Fersini, 1975).

Este cultivar no es tan temperamental como el Fuerte y no muestra una tendencia tan marcada como éste al añerismo, al mismo tiempo con menor irregularidad en el comportamiento de cada ejemplar dentro del mismo huerto. Su productividad es más regular, es gran productor, además de ser precoz, encontrándose frutas en árboles de 2 a 3 años (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

2.3.2. Cultivar Gwen

El cultivar Gwen desciende directamente del cultivar Hass, su composición es 85% guatemalteca, de la cual obtiene su gruesa y rugosa epidermis, su pequeña semilla, su sabor nogado y su sensibilidad a las bajas temperaturas. El 15% restante de los genes de este cultivar corresponden a razas mexicanas que le aportan precocidad y una mejor tolerancia a las bajas temperaturas (Gwen Grower Asoc., 1990/91).

Martin y Bergh (1989), indican que Gwen es nieta de Hass y no el resultado de injertos o portainjertos. La selección fue hecha en 1970 y patentada en 1984, año en que se ofreció para su uso comercial.

El fruto de Gwen difiere significativamente del Hass, cuando llega a madurez de consumo no se torna negra la epidermis. Esta, es un poco más amarillenta y brillante cuando el fruto está inmaduro. También la forma del fruto es menos elongado (Gwen Grower Asoc., 1990/91). El fruto es de características similares a las de Hass pero unos 40 a 60 gramos más grande con una forma ligeramente más oval, y el gusto a

almendra de su pulpa está más acentuado que en el Hass y en otros cultivares (Calabrese, 1992).

Cuando madura, los frutos de Gwen pierden el brillo, y el amarillo tiende a un color café. Cuando los frutos se sobre maduran. se desarrolla un oscurecimiento hacia la base del fruto. Cualquier tiempo de almacenaje refrigerado durante este período de maduración puede retrasar el deterioro, y otorga una condición fresca de alta calidad, pudiendo ser preservada por sobre las tres semanas (Martin y Bergh, 1989).

En Chile, la época de cosecha es la misma que para el cultivar Hass, de Septiembre a Abril , en la zona de Quillota (Gardiazábal, 1990). El cultivar Gwen tiene como ventaja con respecto a otros cultivares su alta productividad, según estudios realizados, el cultivar Gwen puede llegar a producir el doble que el cultivar Hass, estando ambos en iguales condiciones (Gwen Grower, 1990/91). La gran ventaja de este árbol es su gran productividad. Informes preliminares indican que produce el doble que Hass; la alternancia de producciones es inferior que en Hass (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

2.3.3. Cultivar Whitsell

Es un fruto de color verde oscuro y más grande que Hass; la mayoría de sus frutos obtienen calibre comercial temprano en febrero (Hemisferio Norte). Sabor más nogado que Hass y con frutos más alargados al final de la temporada (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

Según Bergh y Whitsell (1982) citados por Latorre (1993), señalan que el tamaño de la semilla ha sido variable, sin embargo,, proporcionalmente, en el promedio de los frutos ésta ha sido mayor que la de Hass. En cuanto a su permanencia en el árbol, aunque asegura que es mejor que el Hass, se ha encontrado que en Noviembre (Hemisferio Norte) ya la pulpa presenta una apariencia de sobremadurez, aún cuando el sabor es bueno y su piel es atractiva.

Los mismos autores indican que el hábito de crecimiento del árbol ha resultado muy variable, por ello difícil de definir. De esta forma su contorno se ha descrito como completamente irregular, respondiendo en forma errática a la poda en altura, a diferencia de precocidad donde se ha logrado un crecimiento más extendido con ella. Se considera significativamente superior a Hass en términos de promedios de productividad y de mayor precocidad, aunque al igual que Hass tiene alternancia de producciones (Gardiazábal y Rosenberg,1991).

El árbol se ha considerado semienano; se ha visto que en los lugares en que Hass alcanza unos 6,5 m, Whitsell logra cerca de 3,0 a 3,5 m de altura. Sus hojas son más pequeñas que Hass (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

Berger y Whitsell (1982) citados por Latorre (1993), indican que el tamaño óptimo del fruto lo alcanza en Febrero (Hemisferio Norte) o a veces Enero (Hemisferio Norte); sin embargo, esto no ha sido consistentemente así, pues la madurez puede retrasarse dependiendo de la región de cultivo y de posibles deficiencias nutricionales.

2.4. Fisiología de Postcosecha:

2.4.1. Patrón respiratorio

La respiración de los frutos se ha considerado como un índice de la actividad fisiológica y vida potencial de almacenaje. Todas las células vivas respiran, y la energía producida por este proceso es necesario para el trabajo celular como síntesis de sustancias, formación y mantención del protoplasma, membranas y paredes celulares (Ryall y Pentzer, 1974).

La palta una vez cosechada sufre un rápido deterioro causado por su alta tasa respiratoria, esto la hace muy perecible. Este rápido incremento en la respiración asociado con la maduración en frutos cosechados, se conoce como alza climactérica, y las paltas no son comestibles antes que experimenten el climactério (Berger y Galleti, 1987).

En la variedad Hass, el climactério ocurre a los 13 días de cortado el fruto, alcanzando entonces un valor de 122 ml CO2/kg/hr (Vasquez, 1975). Estudios realizados por Ryall y Pentzer (1974) indican que la tasa respiratoria de paltas es de 4.400 a 6.600 BTU/ton/día entre 59°F a 60°F.

2.1.2. Producción de etileno

Cuando este compuesto alcanza una concentración suficientemente alta, gatilla el proceso de maduración, se produce más etileno y el proceso completo se acelera (Ryall y Pentzer, 1974).

El etileno juega un rol muy importante en esta etapa y se le considera como la hormona de la maduración en la mayoría de los frutos climactéricos, al establecerse en concentraciones fisiológicamente activas en los espacios intercelulares del fruto. Este fenómeno puede preceder al alza respiratoria o ser inducido por una fuente exógena de etileno, que provoque el comienzo del climacterio en frutos inmaduros. En diversos estudios en paltas se ha observado que los peaks de respiración y de producción de etileno coinciden (Berger y Galleti, 1987). Vásquez (1975) describe un comportamiento casi paralelo en la evolución del etileno interno al de la respiración en donde el máximo valor del primero ocurre en un tiempo más o menos similar.

Es fundamental controlar el etileno del medio ambiente en la postcosecha para alargar el período de vida de conservación y no obtener excesivas pérdidas, sin embargo,, en conservación el frío no impide totalmente la producción de etileno (Herrero y Guardia, 1992).

2.5. Desarrollo del fruto:

Chandler (1975), señala que la curva de crecimiento del fruto del palto en el árbol es sigmoídea, sin embargo,, en contraposición con lo que ocurre en la mayor parte de las especies frutales de hoja caduca, en que la división celular cesa cuando los frutos son pequeños y el crecimiento posterior se realiza a merced de un gran aumento del tamaño de las células, en una palta madura, la magnitud de esto no es mucho mayor que en frutos jóvenes, debido a que la división celular continúa hasta la maduración completa, así el tamaño de las paltas resulta principalmente del número de células más que el tamaño de ellas, esto concuerda con lo planteado por Wolstenholme *et. al* (1985), Berger y Galleti (1987).

El desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con la raíz y con los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles. Por lo tanto, en estas etapas críticas del ciclo del crecimiento, los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes, bajan las reservas del árbol (Gardiazábal y Rosenberg, 1991). Cutting y Wolstenholme (1991), concuerdan con lo anterior y señalan que los frutos a pesar del tiempo que permanecen unidos al árbol, incrementando su madurez, continúan con una fenología acíclica normal. Esto implica períodos de intensa competencia de recursos minerales suceso que se intensifica aún más en el período de madurez.

Al comienzo del período de desarrollo el contenido de aceite es bajo: 1 a 2 %,. Aumenta lentamente a medida que se desarrolla el fruto; cerca de la época de cosecha

lo hace con mayor rapidez y es tanto más alto mientras mayor sea el tiempo que la fruta permanece en el árbol alcanzando hasta un 25% del peso fresco dependiendo de la variedad (Berger y Galleti, 1987).

En algunas variedades, la Fuerte, el contenido de agua disminuye como hasta 3 o 4 meses antes de la época en que puede desprenderse, llegando a contener sólo 65% de humedad en la pulpa (Chandler, 1962). Una de las características más sobresalientes de la palta, es que no se ablanda en el árbol. Así, a lo largo de dos meses de cosecha los valores de resistencia a la presión difieren en menos de 1 lb (Berger y Galleti,1987).

2.6. Madurez y senescencia:

El fruto de palto no se ablanda mientras permanece en el árbol y lo hace solamente después de ser cosechado. El período que transcurre desde que es cosechado hasta ablandarse estará en función de su actividad metabólica, la cual depende de varios factores, siendo la temperatura de almacenaje y la composición gaseosa las más importantes (Zauberman *et. al*, 1977), esto concuerda con lo descrito por Chandler (1962), Tingwa y Young (1976).

Berger y Galleti (1987), señalan que esta ausencia de ablandamiento se debería a existencia de inhibidores que estarían permanentemente en el fruto que permanece en el árbol. Al respecto, Bower y Cutting (1988), indican que la razón de este fenómeno aún no está determinado, pero postulan que alguna sustancia, posiblemente un anión,

actúa como un regulador de la madurez y se mueve, indistintamente hacia o desde el peciolo del fruto una vez que ha sido cortado del árbol. Según Tingwa y Young (1975) este inhibidor se presume que es formado en las hojas del árbol parental y es traslocado a los frutos mientras aún se encuentran unidos al árbol.

Totalmente distinto es el comportamiento de la fruta ya cosechada, la cual sufre un rápido ablandamiento motivado por su alta tasa respiratoria; ello la hace muy perecible (Berger y Galleti, 1987). En las paltas la maduración se asocia a un rápido incremento en la respiración, este repentino aumento se conoce como alza climactérica (Biale y Young, 1962).

Estudios realizados por Akamine y Goo (1973), indican que en la madurez del fruto el alza respiratoria es generalmente concedida por el gatillaje de etileno endógeno, sólo en los frutos de clase climactéricos durante el proceso de maduración. Durante la vida de un fruto, el climacterio puede tomarse como el punto de quiebre entre el desarrollo de éste y la maduración. Durante esta etapa se producen, además, cambios marcados en la tolerancia a las enfermedades, características celulares y reacciones metabólicas. Algunos de estos cambios son perceptibles como la destrucción de la clorofila y el ablandamiento de la pulpa (Biale y Young, 1962).

Existe un patrón definido en el aparecimiento del climacterio en los frutos, cuya intensidad es diferente para cada variedad, con ligeras variaciones dentro de éstos, dependiendo de la época de corte y del estado de madurez que presenten en ese momento El tiempo de maduración de los frutos en cada variedad de paltas, coincide

con el aparecimiento del pico máximo de respiración bajo las mismas condiciones (Vásquez, 1975).

En la etapa de maduración ocurren varios cambios dentro del fruto, desaparecen los azúcares y también las pectinas insolubles, ya que son usados como sustratos de respiración. No así los lípidos que aumentan su porcentaje dentro del fruto (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

2.7. Indices de madurez:

En los frutos de palta se define como "madurez de cosecha" o *mature* a la etapa en la cual ha alcanzado el estado de desarrollo en el cual, si lo movemos del árbol, este es capaz de ablandarse hasta una condición de palatabilidad aceptable. Un fruto el cual se ablanda y está listo para ser consumido se ha definido como "madurez de consumo" o *ripe*. Es importante distinguir entre los dos términos *mature* y *ripe* , porque ellos son distintos y diferentes estados de desarrollo del fruto de palta (Campbell y Malo, 1981).

Es difícil determinar el momento de recolección de un fruto en especial de las variedades de color verde, ya que, no se manifiestan cambios en su apariencia externa que sirvan como índices de madurez (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

Durante el período de cosecha el contenido de aceite aumenta mientras que el porcentaje de agua disminuye en forma prácticamente inversa (Berger y Galleti, 1987). Maruri (1990), señala que el aumento constante del peso seco durante el desarrollo se

debe principalmente a la fracción lipídica. En todos los cultivares de palta se observa un aumento en el contenido de aceite a lo largo del desarrollo del fruto.

Actualmente en Chile los índices más usados son el tamaño y precio en el mercado. Encontrándose que el criterio de determinación más aceptable es el contenido de aceite, ya que éste es el que da sabor a la palta (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

El proceso de extracción de aceite es difícil y requiere de aparatos sofisticados por lo que se ha buscado correlacionar el porcentaje de aceite con diversos parámetros físicos que puedan ser fácilmente medidos (Gardiazábal y Rosenberg, 1991). Por lo anterior y como señala Reid (1992), la medición en forma directa del contenido de aceite ha sido reemplazada por la determinación del porcentaje en peso seco, debido a la lentitud y complejidad de la determinación del contenido de aceite.

En base a esto Martínez (1984), estudió los contenidos de aceite y humedad para algunos cultivares de paltas, determinando que los estimadores de aceite de mayor exactitud resultan ser ecuaciones de regresión simple en base al contenido de humedad, señala además que existe una estrecha correlación entre la pérdida de peso del fruto y el número de días que demora el ablandamiento. Así desarrolló las siguientes ecuaciones de regresión lineal para el cultivar Hass: % de aceite = 48,428 - 0,52(% de humedad)

Recientemente Latorre (1993), basado en la investigación de Martínez (1984) desarrolló estimadores del contenido de aceite que resultan ser también ecuaciones de

regresión simple. Las ecuaciones establecidas por Latorre (1993) para Gwen y Whitsell, son las siguientes:

Gwen: % de aceite = 84,557 - 0,947(% de humedad)

Whitsell: % de aceite = 76,268 - 0,83(% de humedad)

Para el cultivar Hass el rango óptimo para cosecha es de 11 a 16%, ya que alcanza la calificación de sabor de muy agradable a extremadamente agradable (Martínez, 1984).En el cultivar Gwen los valores que sobrepasan un 10,27% de aceite recibieron la calificación de agradable, mientras que valores superiores a 11,31% se calificaron como muy agradable (Latorre, 1993).

La evolución del sabor para el cultivar Whitsell, describe una tendencia similar a la del cultivar Gwen, pero algo más adelantada en el temporada. Los valores superiores a 10,64% de aceite se calificaron como agradable y aquellos mayores a 12,58% fueron los que principalmente se estimaron como muy agradable (Latorre, 1993).

2.8. Almacenaje refrigerado:

2.8.1 Temperatura

En el caso de la palta, las altas temperaturas aceleran la respiración provocando un rápido ablandamiento de la pulpa y posterior descomposición de la fruta cosechada. Sin embargo,, también es sensible a las bajas temperaturas, produciéndose una serie de desórdenes fisiológicos en postcosecha, cuando ellas son inferiores a 5°C , para la

mayoría de los cultivares (Zauberman *et. al*, 1977). Temperaturas superiores a 20°C llevan a un ablandamiento acelerado y a una deshidratación rápida, decoloración y pérdida del sabor (Gardiazábal y Rosenberg, 1991).

Por otro lado, los llamados daños por frío aparecen en los tejidos de las frutas expuestas a temperaturas que oscilan entre niveles ligeramente sobre el punto de congelación y los 14°C. La naturaleza del daño es muy variable, incluyendo a menudo manchas o picaduras en las cáscara y cambios de consistencia y color en la pulpa (Vasquez,1975).

Según Kosiyachinda y Young (1977), el daño por frío resulta de la fase de cambio que experimentan los lípidos de la membrana a una temperatura bajo la cual se induce un daño tal que, la permeabilidad se ve drásticamente cambiada. Los síntomas de daño son al parecer el resultado de la falla en el transporte normal de la membrana.

En el caso particular de la palta, hay diferencias marcadas entre distintas variedades, en cuanto a su comportamiento en frío. Tradicionalmente se reconoce que las variedades donde predominan las características de las llamadas razas mexicanas y guatemaltecas, son más tolerantes al frío, que aquellas en las cuales predominan las características de la raza antillana (Vásquez, 1975).

Según Vásquez (1975), los principales daños por frío que aparecen en frutos de palto son oscurecimiento externo de la cáscara, fibras vasculares parduscas y pulpa acuosa. Frutos de Hass puestos por 1,2, y 3 semanas a 5°C mostraron un patrón climactérico

semejante al control (20°C), pero el peak se alza respiratoria no coincidió con el ablandamiento y maduración.

Berger y Galleti (1987), señala que en el caso de temperaturas muy bajas de almacenamiento se detectaron síntomas de daño por frío, entre los cuales se detectan, la dificultad para la maduración, daños severos en la epidermis manifestados por manchas oscuras y la apariencia traslúcida y/o pardeada de la pulpa.

El daño por frío no es aparente durante el almacenaje refrigerado, sino que aparece cuando la fruta se retira del frío para ser comercializada. No es sólo la baja temperatura la que determina la magnitud del daño, sino que también el tiempo que ha permanecido a bajas temperaturas (Berger y Galleti, 1987).

Las paltas durante su almacenaje pueden sufrir problemas en su apariencia interna y externa, lo cual decide el período que podrá ser conservada. Los desórdenes que aparecen son problemas fisiológicos de pardeamiento del mesocarpo y/o epidermis y ataque de hongos (Luza, Berger y Lizana, 1979).

Se evaluaron las limitaciones en postcosecha del cultivar Gwen, comparándolo con el cultivar Hass. Para ello, se midió el impacto de la temperatura (1°C y 5°C) y el tiempo (1,2,3 y 4 semanas) de almacenaje en la calidad de la fruta a lo largo de la temporada californiana. En general, se observó un mayor daño externo por bajas temperaturas en el cultivar Gwen, cuando fue almacenada a un 1°C. Daño externo por bajas temperaturas en el cultivar Hass fue difícil de observar dado su color negro. La

intensidad de desórdenes fisiológicos al llegar a su madurez de consumo fue similar en la fruta a 1°C como a 5°C, para ambas variedades. El cultivar Gwen pareciera que tuvo una velocidad levemente mayor en su tasa de maduración, comparada con la Hass, durante y después del almacenaje (Gwen Grower Asoc, 1990/91).

Recientemente Videla (1993), evaluó el comportamiento de frutos Gwen almacenados en distintos regímenes térmicos: 41 días a 3,5°C y, 41 días a 3,5° C + 6 días a 18°C, los frutos no manifestaron desórdenes fisiológicos, la presión no varió y el color de la epidermis y pulpa permaneció normal. Lo mismo sucedió para la fruta almacenada 29 días a 0°, 3° y 6°C. El mismo autor señala un almacenaje de 40 días a 6°C en Atmósfera controlada con excelentes respuestas de la variedad, la fruta al final de este período no manifestó pudriciones, con resistencia de la pulpa a la presión superior a 26 lb, y un comportamiento similar para ambos estados de madurez.

Berger y Galleti (1987), señalan que para un mayor tiempo de conservación, la temperatura de 7°C permite una maduración más lenta y uniforme en palta Hass. Según la investigación realizada por Berger, Auda y González (1982), la temperatura de guarda actuó en forma distinta dependiendo del sistema de conservación. En atmósfera controlada, la temperatura más promisoria fue de 7°C permanentemente, mientras que en atmósfera modificada y en atmósfera normal, se obtuvieron mejores resultados bajando la temperatura de 7°C a 4°C a los 15 días de iniciado el almacenamiento.

Zauberman *et. al* (1977), trabajó con temperatura 0°, 2° y 4°C en palta de la variedad Hass, Fuerte y Naval durante1, 2 y, 2 a 4 semanas respectivamente conservándose sin presentar daño por frío.

2.8.2. Humedad

Durante la maduración del fruto se reduce el valor total de humedad, pero en almacenaje refrigerado sufre una acelerada pérdida de peso. Por lo tanto, el almacenaje refrigerado tiene la capacidad de aumentar el metabolismo del fruto, al ser comparado con frutos de similar madurez que no son almacenados (Cutting y Wolstenholme, 1991).

Según Claypool (1975) la pérdida de un 5% de peso en un producto da como consecuencia una apariencia poco atractiva disminuyendo su valor económico en el mercado. La deshidratación puede ser el problema más serio de algunos productos hortofrutícolas durante su distribución desde el productor hasta el consumidor. Esto es esencialmente importante en productos que pierden agua rápidamente o, en aquellos en que transcurre mucho tiempo desde que son producidos hasta que son consumidos (Claypool, 1975).

Diferentes ensayos en frutos de palto han utilizado humedades relativas que fluctúan entre 90 y 95% (Videla 1993, Carrillo 1991 y Barrientos 1993), permitiendo que el fruto presente una deshidratación muy leve, inferior al 10%, valor que es señalado por

algunos autores (Luza, Berger y Lizana, 1979) como valor a partir del cual se afectaría la apariencia de la fruta.

Videla (1993), al igual que Barrientos (1993) y Carrillo(1991), señala que se pudo observar que la deshidratación se ve afectada por la temperatura, epóca de cosecha, e igualmente también, por el tiempo de almacenaje y comercialización como lo afirma Claypool (1975).

Según Videla (1993) el cambio de temperatura es el factor que detona la pérdida de peso más brusca. En promedio el porcentaje de deshidratación aumenta de 3,1% a 6,3%, en un período de madurez temprana al salir de frío y para un período de madurez más tardío el aumento del porcentaje de deshidratación fue de 2,4% a 5,5%, al salir de frío, en frutos de palta del cultivar Gwen (Videla, 1993). A medida que la temperatura aumenta, la deshidratación del fruto también lo hace, efecto claramente visualizado en el período de venta (Carrillo,1991).

2.9. Atmósfera Controlada y Modificada:

Una concentración inferior al 21% provoca la disminución de la intensidad respiratoria y retrasa la aparición de la crisis climatérica. Estos efectos son a consecuencia de la dificultad de que el oxígeno llegue a las diferentes células del fruto, a más bajas temperaturas se acentúa más el efecto inhibidor de las bajas concentraciones de oxígeno (Herrero y Guardia, 1992).

Los efectos de la reducción de oxígeno en el metabolismo del fruto son las siguientes: (a) reducción de la regresión de los ácidos, (b) reducción de la regresión de la clorofila, manteniéndose el color verde, (c) reducción de la solubilidad de las pectinas, que mantienen la dureza de la pulpa del fruto, (d) reducción de la producción de etileno, que influye en la evolución de la maduración, (e) aumento del consumo de glúsidos por parte del fruto (Herrero y Guardia, 1992).

La atmósfera modificada y controlada, consiste en la alteración de la atmósfera que rodea al fruto con respecto a la composición natural del aire (78,08% N2; 20,95% O2; 0,03% CO2). Usualmente esto involucra la reducción en las concentraciones de oxígeno y el aumento en las de dióxido de carbono. Atmósfera modificada y controlada difieren sólo en el grado de control, donde la atmósfera controlada es más exacta (Kader, 1992).

Atmósfera modificada o controlada según Kader (1985), significa, que por una adición o remoción de gases, la composición de la atmósfera que rodea al producto en distinta a la del aire atmosférico. Según Chandler (1962), las concentraciones mayores a 3% de CO2 producirían daño en algunas variedades de palta.

Videla (1993), concluyó que el sistema de atmósfera controlada es una buena técnica de almacenaje asociada a temperaturas bajas para mantener frutos de palta cultivar Gwen en óptimas condiciones, lo cual reafirma lo descrito por Carrillo (1991), quien trabajó con frutos de palta variedad Fuerte en óptimas condiciones de postcosecha, usando un sistema de atmósfera controlada.

Según Barrientos (1993), y con respecto a la comercialización, la atmósfera con 10% de CO2 y 10% de O2, podría ser usado para transporte marítimo de fruta temprana y de media estación, mientras que para fruta tardía es más ventajoso el uso de atmósfera con 7,5% CO2 y 4% O2, principalmente si la fruta se destina al mercado europeo. La mejor concentración gaseosa sería 7,5% CO2 y 4% O2.

Kosiyachinda y Young (1976), demostraron que con bajos niveles de oxígeno, en el aire se reduce la tasa respiratoria, retardando el peak climactérico. Concentraciones de 5 y 10% de CO2 retardan el inicio del alza respiratoria, reducen la tasa respiratoria y prolongan el almacenaje.

Berger, Auda y González (1982), trabajaron con concentraciones de O2 entre 3 y 5% y de CO2 entre 6 y 8%, para paltas cultivar Hass y Fuerte almacenadas en atmósfera controlada. La palta Hass no se ablandó mientras permaneció almacenada, por otro lado, se obtuvo mejor potencial de conservación para frutos de cosechas más tardías. Los mismos autores trabajaron también con atmósfera modificada, la cual la lograron colocando la fruta en bolsas de poliestireno de 0,25 mm de espesor, con 32 perforaciones cada una, con normal. La concentración de gases medida al final de los dos períodos de almacenaje trabajados (25 y 35 días) , se mantuvo en el rango de 2 a 6% para el caso del CO2 y de 13 a 18 % para el O2, en ambos regímenes térmicos (7°C y 7°-4°C)

Barmore y Rouse (1976), indican que el ablandamiento de frutos de palta ocurre cuando la actividad de la pectinestereasa (PE) es mínima y la actividad de la

poligalacturonasa (PG) es máxima. El ablandamiento generalmente ocurre durante dos a tres días después que se alcanza la mínima actividad de la PE y la actividad de la PG es máxima. Asumiendo que las condiciones de la atmósfera controlada inhiben gradualmente el aumento de la actividad de la PG, puede provocar el retraso en el ablandamiento en los frutos.

Estudios realizados por Spalding y Marouski (1981), señalan alteraciones provocadas por contenedores de atmósfera modificada sobre frutos de palto por exposición a bajos niveles de O2 (menores a 1%) o combinación de bajo O2 y alto CO2 (25% o mayores). El daño reportado consiste en áreas regulares a irregulares de color café en la cáscara, la pulpa de algunos frutos se deterioró durante el ablandamiento y produjo un olor a fermentación. Los frutos de palto son muy sensibles a este tipo de situaciones, siendo necesario para mantener la calidad de las paltas, que la atmósfera modificada pueda ser estabilizada en el rango de 1-2% O2 y 7-10% CO2.

El uso de bolsas de polietileno disminuye el daño por frío y los desórdenes fisiológicos internos, este concepto ha sido reemplazado por el encerado de los frutos, aunque este último provoca un mayor desarrollo de *Antracnosis* y otros problemas (Kader, 1992).

La conservación en atmósfera modificada es generalmente usada en la actualidad junto con materiales de embalado, que en virtud de sus características de permeabilidad, producen la concentración correcta en el interior del envase permitiendo prolongar el almacenamiento. Esto implica el autocontrol de la atmósfera de almacenamiento que implica el uso de bolsas de plástico, que se cierran después de llenarlas y que son de

un espesor definido en función de la superficie del envase y del peso de la fruta. La base del método consiste en que si se emplea una película adecuada y una temperatura de almacenamiento correcto, la relación del dióxido de carbono con el oxígeno se va ajustando de manera progresiva en virtud de la permeabilidad del envase (Holdsworth, 1988).

La atmósfera modificada no aumenta mucho la vida de la palta, sin embargo, resulta en una baja pérdida de calidad durante el transporte y la venta (Kader, 1992). La sustitución de la atmósfera convencional por otra más encarecida afecta a la fisiología del fruto y a su desarrollo, debido a la concentración normal de CO2 y O2. De una manera general podemos afirmar que relentiza el metabolismo, retrasa la aparición del climactério y disminuye la intensidad respiratoria del fruto, manteniendo sus condiciones organolépticas (Herrero y Guardia, 1992).

En una atmósfera donde la concentración de oxígeno sea reducido, la concentración excedentaria de CO2 no puede provocar una fermentación (respiración anaeróbica), si la concentración está por encima del "punto de extinción", a condición de que los frutos se mantengan a la baja temperatura. El valor de este punto varía según los autores, pero este valor suele estar comprendido entre el 2% y el 3% del O2, para otros autores este punto se encuentra a concentraciones del 1 a 2% de O2 incluso inferiores (Herrero y Guardia, 1992).

Aumentos en la concentración de CO2 reduce la intensidad respiratoria debido a que el CO2 es un catabolito de la respiración y el acúmulo de los productos de la respiración

tienden a frenar la velocidad de reacción. En cuanto al efecto fungistático del CO2 a elevadas concentraciones, retrasa la germinación de esporas y el desarrollo del micelio, siendo más eficaz se acción a bajas temperaturas (Herrero y Guardia, 1992). Existen estrechos márgenes de concentración de gases entre los que se logran efectos beneficiosos (Bretch ,1980, citado por Carrillo, 1993).

Una atmósfera alta en CO2 y baja en O2 tiende a causar un aumento en el contenido de ácidos palmítico y palmitoleico y una disminución en el porcentaje de ácido oleico. Disminuciones de O2 hasta 1-5% tienen mayor efecto que incrementos de CO2 a niveles de 5-7% (Biale y Young, 1971)

Las concentraciones elevadas de CO2 en una atmósfera de almacenamiento tiene un efecto inhibidor sobre el desarrollo de los hongos, pero pueden cambiar la calidad organoléptica de los frutos (Kader, 1992).

Según Pantástico (1978), elevadas concentraciones de CO2 pueden matar células, facilitando el crecimiento de hongos, concentraciones adecuadas de CO2 pueden retardar la germinación y el desarrollo de algunos hongos que atacan a los frutos almacenados, como Rhizophus, Botrytis y Trichotecium, esto concuerda con lo descrito por Herrero y Guardia (1992). Este efecto del CO2 sobre los hongos es un argumento a favor del empleo de almacenamiento en atmósfera controlada. En algunos casos los efectos tóxicos, subsiguientes y el desarrollo de malos sabores nulifican esta ventaja, de tal manera que resulta mejor emplear atmósferas desprovistas de O2 pero con bajos porcentajes de CO2 (Pantástico, 1978).

2.10. Desórdenes Fisiológicos:

Berger, Auda y González (1982) detectaron dos alteraciones afectando la pulpa de la fruta: "pardeamiento" y "oscurecimiento de fibras" en paltas cultivar Hass almacenada en atmósfera controlada, atmósfera modificada y atmósfera normal. El "pardeamiento" se manifestó como una tonalidad gris difusa, de la pulpa que comenzaba en la parte globosa del fruto y avanzaba por la zona comprendida entre las fibras, hacia el lugar de inserción del pedicelo. En casos más avanzados, el daño abarcó el tejido de la cavidad de la semilla. Frente a la exposición al aire se intensificaba el color, sin avanzar más allá del área afectada inicialmente. El "oscurecimiento de fibras", como su nombre lo indica, consistió en el cambio de color de éstas, de verde amarillento claro a un pardo oscuro e incluso negro. Este daño se presentó en la zona del fruto comprendida entre la base de la semilla y el extremo distal.

Los mayores desórdenes fisiológicos corresponden a moteados, decoloración del mesocarpo y daño por frío. El moteado corresponde a manchas circulares de borde definido, de color pardo oscuro o negro, ubicadas en el extremo distal del mesocarpo, pudiendo presentarse tanto aisladas como agrupadas (Bower y Cutting, 1987),

Alteraciones fisiológicas tales como decoloración parda de tejidos externos e interno, puede ocurrir como resultado del aumento de la concentración de CO2 y/o la disminución de la concentración de O2 más allá de los niveles tolerados por la especie (Kader, 1986). Combinaciones inadecuadas de gases podrían desarrollar malos olores

y sabores, agravar ciertos desórdenes fisiológicos e incluso aumentar la susceptibilidad a enfermedades (Kader, 1980).

El oscurecimiento interno es causado por daño de los tejidos como resultado de factores tales como sofocación o envejecimiento, y el síntoma es una reacción específica de oscurecimiento. El tejido dañado pierde la habilidad de madurar, tiene un mal olor si el problema es serio, volviéndose gomoso. Este desorden fisiológico se encuentra asociado a un mal manejo de la temperatura (muy alta o muy baja) (Swarts, 1984).

El bajo contenido de humedad, correspondiente a una alta concentración de aceite, puede favorecer a la inestabilidad en la membranas (Cutting *et al.*, 1992). De acuerdo a los resultados de Cutting y Wolstenholme (1992) la deshidratación del fruto sería fundamental para la manifestación del pardeamiento vascular.

La peroxidasa es otra enzima, a parte de la polifenol oxidasa, capaz de oxidar los substratos fenólicos a quinonas, habiéndose encontrado en paltas con síntomas severos de pardeamiento de pulpa mayor actividad de esta enzima (van Lelyveld *et al.*, 1984)

Los procesos fisiológicos que conducen al pardeamiento vascular de la palta parecerían ser distintos a los de los otros pardeamientos. Por ser la PFO una enzima que se ubica exclusivamente en plastidios, los tejidos que carecen de ellos (vasos cribosos y traqueidas) no presentarían PFO (Vaugh y Duke, 1984). Las células procambiales que rodean los haces vasculares, a diferencia del mesocarpo, se caracterizan por

mantenerse activas, indiferenciadas y en división a lo largo de la vida de la palta. Este estado juvenil las podría tornar más suceptibles a un daño a nivel de membranas como el descritos por Pllatt-Aloia y Thomson (1992).

Carrillo (1991), describe haber observado alteraciones en frutos del cultivar Fuerte almacenados en AC (atmósfera controlada), que se manifestaban como pequeñas manchas circulares de apariencia costrosa en la zona calicinal del fruto, posteriormente llega a ser una mancha de color pardo oscuro violáceo que puede comprometer el 50% o más del fruto, luego de 44 días de almacenaje más 8 días a 20°C y 15 minutos después de exposición al aire.

Peralta (1977), manifiesta haber observado estas manchas en la piel escasamente durante el almacenaje sólo comenzaron a desarrollarse una vez que la fruta fue sacada a temperatura ambiente. Barrientos (1993), trabajando con cv. Fuerte en atmósfera controlada observó que el daño se presenta como manchas pardas semideprimidas y la segunda como un pardeamiento irregular y más generalizado, concuerda con lo observado por Zauberman (1972) y Peralta (1977).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de esta actividad se realizó con frutos de palta (Persea americana Mill, var drymifolia) cultivares Hass, Gwen y Whitsell.

La fruta del cv. Hass fue obtenida de plantaciones de 15 años de edad perteneciente a la Estación Experimental La Palma, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. La cosecha de los frutos de los cultivares Gwen y Whitsell se efectuó en un huerto de 8 años de la Sociedad Agrícola Huerto California. Ambos predios se encuentran ubicados en la provincia de Quillota, quinta región.

La investigación propiamente tal se desarrolló en el Laboratorio y cámaras de refrigeración pertenecientes al Departamento de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en La Palma sin número, provincia de Quillota.

3.1. Determinación de cosecha:

Se establecieron dos fechas de cosecha, correspondientes a dos niveles de madurez (M1 y M2), cuya determinación se encuentra basada en la estimación del contenido de aceite. Dicha estimación, se efectuó según las ecuaciones de regresión lineal establecidas por Martínez (1984) para Hass y por Latorre (1993) para Gwen y Whitsell, a través del contenido de humedad de los frutos.

El momento de cosecha para cada nivel de madurez se estableció en relación al contenido de aceite, para lo cual debió efectuarse evaluaciones periódicas a la fruta,

iniciadas en el mes de Agosto. Con este objetivo, se marcaron al azar cuatro árboles por variedad, los cuales debían presentar: carga uniforme y normal, libre de enfermedades y/o plagas, con fertilización y riego según los niveles recomendados para la zona.

Las dos fechas de cosecha (F1 y F2) que se determinaron, en base a lo descrito anteriormente, para cada variedad y nivel de madurez siendo las siguientes:

Cv Hass: F1 : 16 de Septiembre F2 : 4 de Octubre

Cv Gwen: F1 : 17 de Octubre F2 : 22 de Noviembre

Cv Whitsell: F1 : 2 de Noviembre F2 : 3 de Diciembre

Los frutos fueron cosechados con un calibre medio (200 a 250 gr), uniforme, con tijeras podadoras, dejando un pedúnculo de 5 cm, el cual una vez realizado los tratamientos, se rebajó a 1 cm, aproximadamente. Previo al embalaje se llevó a cabo una selección, se estimó como fruta óptima, aquella que cumplía con las exigencias de exportación internacionales tanto para Estados Unidos como para Europa. La fruta debía presentar forma y color característico de la variedad, sin defectos; si el pedúnculo se encontraba presente debía estar intacto; se permiten muy leves defectos de la piel, siempre y cuando no afecten la apariencia general del fruto, la calidad, su conservación y la presentación del envase (Fundación Chile, 1990/91).

3.2. Tratamientos:

Los tratamientos a los cuales se sometieron los frutos inmediatamente después de cosechados resultan de la combinación de tres variables: Nivel de Madurez, Concentración de gases y Periodo de Almacenaje.

3.2.1. Nivel de madurez

- Cultivar Hass M1: contenido de aceite 11 a 13% M2: contenido de aceite 14 a 16%

- Cultivar Gwen M1: contenido de aceite 9 a 11% M2: contenido de aceite 12 a 14%

- Cultivar Whitsell M1: contenido de aceite 10 a 12% M2: contenido de aceite 13 a 15%

3.2.2. Concentración de gases

Se inyectaron tres concentraciones iniciales distintas de gases (Cuadro 1), usando una envasadora al vacio con inyección de gases Webomatic, la cual permite incorporar diferentes mezclas. La bomba de vacío incorporada a la máquina elimina el aire de la cámara y al tener el vacio necesario se inyecta la mezcla de gases, para luego por impulso térmico sellar la bolsa con la atmósfera modificada. La mezcla gaseosa se obtuvo de cilindros de 60,1 kg, las cuales venían preparadas de fabrica según las

impulso térmico sellar la bolsa con la atmósfera modificada. La mezcla gaseosa se obtuvo de cilindros de 60,1 kg, las cuales venían preparadas de fabrica según las concentraciones establecidas, por lo tanto se inyectaron directamente a la bolsa usando un 40% de vacío.

CUADRO 1. Concentración de CO2, O2 y N2 de la atmósfera normal (AN) que corresponde al testigo y concentraciones iniciales usadas en los tratamientos sometidos a modificaciones atmosféricas (MA) denominadas T1, T2 y T3

TRATAMIENTO	% CO2	% O2	% N2
Atmósfera Normal (Testigo)	0,03	21	78,08
Modificación atmosférica 1	20	0	80
Modificación atmosférica 2	20	5	75
Modificación atmosférica 3	5	10	85

3.2.3. Período de almacenaje

El almacenaje de la fruta se realizó en cámaras frigoríficas con una temperatura constante de 6° +/- 1° C y una humedad relativa de 90%.

Cada concentración de gases (C1, C2, C3, C4) fue sometida a los siguientes períodos de almacenaje para cada nivel de madurez (M1, M2).

P1 : 12 días de almacenaje a 6° +/- 1°C

P2 : 24 días de almacenaje a 6° +/- 1°C

P3 : 36 días de almacenaje a 6° +/- 1°C

Previo a la colocación de la fruta en condición alterada de los gases fue pesada en forma individual y marcada según el número de repeticiones correspondiente. Cada bolsa fue individualizada según el nivel de madurez (M), concentración de O2 y CO2 (C) y periodo de almacenaje (P).

Se colocaron dos frutos por bolsa de plietileno extruido, formando grupos de cuatro bolsas, las cuales se encontraban bajo las mismas condiciones. Se usaron dos frutos con el objetivo de evaluar la evolución de los desórdenes fisiológicos, el primero, al momento de ser retirados del almacenaje se evaluó con la escala descrita más adelante. El segundo fruto se evaluó una semana después de permanecer a temperatura ambiente, del mismo modo que el anterior.

La atmósfera modificada se logró colocando la fruta en bolsas de polietileno de baja densidad, de 25 cm de ancho y 40 cm de largo. Este polietileno corresponde a películas plásticas del tipo altopolímeros de 10 *u* de espesor, constituida por capas de poliamida y etilvinilalcohol, las que otorgan un buen sellado. Presenta una difusión restringida de los gases con una permeabilidad al vapor de agua de 0,71 gr H2O/24 hr/m2 en la cara externa y 0,79 gr H2O/24 hr/m2 en la cara interna de la lámina. La permeabilidad al O2 es de 34 a 41 cc O2/24 hr/m2 por atmósfera y de 33,6 a 40,5 cc O2/24 hr/ m2 por bar, para ambas caras respectivamente. Por último la permeabilidad al CO2 es de 63 a 76 cc CO2/24 hr/m2 por atmósfera en la cara externa y de 62,2 a 75 cc CO2/24 hr/m2 por bar en la cara interna.

Como análisis adicional, se midió las variaciones en la concentración de gases al término de cada almacenaje en cv Hass usando frutos de la segunda cosecha, pero sólo hasta determinar las concentraciones que provocaban alteraciones a nivel de la pulpa, de esta forma determinar las mínimas concentraciones que inician daño del mesocarpo. Basado en los resultados obtenidos por Marousky y Spalding (1981), el mesocarpo es más resistente que la epidermis a los desórdenes fisiológicos provocados por almacenajes con modificaciones atmosféricas, se usó para estos análisis frutos del cv. Hass por su mayor sensibilidad a elevadas concentraciones de O2 y CO2, observado en ensayos adicionales, de esta forma determinar las concentraciones umbrales que provocan alteraciones a la epidermis y mesocarpo.

3.3. Parámetros de evaluación:

Los parámetros a evaluar se clasificaron en: cualitativos y cuantitativos.

3.3.2. Parámetros cuantitativos

- Resistencia de la Pulpa a la Presión. Se medió en lb., con un presionómetro manual vástago 5/16 pulgadas, marca Effegi hecho en Italia, a ambos lados de la zona ecuatorial, en cada fecha de muestreo. De esta forma se determinó el ablandamiento que sufrieron los frutos a través del ensayo.

- Deshidratación. Los frutos fueron pesados en la condición inicial y en cada fecha de evaluación. Para esto se usó una Pesa de Precisión, marca Sartorius Precision. Se

determinó el porcentaje de pérdida de peso de los frutos, lo cual corresponde a la deshidratación.

% Pérdida de Peso = 100 x ((Peso Inicial - Peso Final) / Peso Inicial)

3.3.2.Parámetros cualitativos

1.- Apariencia General. Para la evaluación de este parámetro se utilizará la siguiente tabla, construida por Maibbe (1993) y que se ajusta con el presente ensayo:

CUADRO 2. Escala de clasificación de la Apariencia General usada en los ensayos.

Escala	Clasificación
1	Excelente
2	Buena
3	Regular
4	Mala
5	Muy Mala
6	Pésima

2.- Desórdenes fisiológicos: Las alteraciones fisiológicas se clasificaron en tres: pardeamiento interno, oscurecimiento de haces vasculares y descoloración de la piel. Estas denominaciones son arbitrarias y se basan en la sintomatología del daño.

Se realizaron dos evaluaciones de este parámetro. La primera se efecuó después de cada salida de almacenaje y la segunda medición se realizó luego de permanecer una semana los frutos a temperatura ambiente. Esto se realizó para cuantificar la evolución

del daño a temperatura ambiente y su efecto en un período de 7 días de comercialización, como supuesto.

Los frutos de la primera evaluación, vale decir, inmediata a la salida de almacenaje se sometieron a análisis histológicos. Para ello se realizaron cortes en distintos sectores del fruto, luego de las evaluaciones correspondiente. El análisis histológicos de los frutos en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Biología, Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en Av Brasil 2150, Valparaíso V región. Se muestrearon frutos del cv Hass por su mayor sensibilidad a la respuesta de alteraciones fisiológicas al ser almacenados con modificación atmosférica (MA). Se comparó frutos almacenados en modificación atmosférica (MA) v/s atmósfera normal (AN).

a) Pardeamiento Interno: El daño se midió según su intensidad, en base a la siguiente escala construida en función de la coloración visual del fruto.

CUADRO 3. Escala de porcentaje de pardeamiento interno utilizada en los ensayos

Escala	% de pulpa afectada
1	Fruto sano
2	Zona adyacente a la semilla
3	Menos del 20% de la pulpa afectada
4	Entre 20 y 40% de pulpa afectada
5	Entre 40 y 60% de pulpa afectada
6	Más del 60% de la pulpa afectada

(b) Pardeamiento de los Haces Vasculares: Se midió la intensidad del pardeamiento, usando la siguiente escala (Cuadro 4):

CUADRO 4. Escala de intensidad de pardeamiento de haces vasculares utilizada en los ensayos.

Escala	Intensidad de daño
1	Sano
2	Incipiente como puntos en la base del fruto
3	Leve a lo largo de la pulpa color pardo muy claro
4	Moderado a lo largo de la pulpa color pardo claro
5	Severo, haces pardo oscuro en la pulpa
6	Muy severo, haces pardo muy oscuro a lo largo la pulpa

Esta evaluación se realizó después de cada termino de almacenaje.

(c) Decoloración de la Piel: La evaluación se realizó cada vez que la fruta salió de almacenaje, según la siguiente escala a base de porcentaje (Cuadro 5):

CUADRO 5. Escala de porcentaje de fruto afectado con decoloración de la epidermis utilizada en los ensayos

Escala	% de superficie de fruto afectada
1	Sano
2	Pequeñas manchas en la zona peduncular
3	Menos del 20% de la epidermisafectada
4	Entre el 20 y 40% de la epidermis afectada
5	Entre el 40 y 60% de la epidermis afectada
6	Más del 60% de la epidermis afectada

3.- Daños Patológicos: Según Maibbe (1993), basada en Swarts (1986), propuso para la evaluación de este parámetro separarlo en pudrición basal del pedúnculo (PBP) y daños externos por hongos (DEH), considerando la siguiente escala de medición:

CUADRO 6. Escala de intensidad y porcentaje de fruto dañado con Alteraciones patológicas utilizada en el ensayo

Escala	Clasificación	% de daño en fruto
1	Sano	0%
2	Incipiente	1%
3	Muy Leve	1 a 5%
4	Moderado	5 a 10%
5	Severo	10 a 30%
6	Muy Severo	más de 30%

4.- Color de la Epidermis y del Mesocarpo: Para la evaluación de este parámetro, se utilizó un colorímetro, marca Minolta CR-200, colorímetro manual, con difusión dual, reflactante de luz, con iluminación difusa, con cero grados el ángulo visual.

Se usó como sistema de medición el L*a*b*, el cual convierte todos los colores comprendidos dentro del rango de percepción humana en códigos numéricos comunes, con la finalidad de poder evaluar el color exactamente en un lenguaje común. Cuando un color se expresa en este sistema, claridad es L*, mientras que tono y croma son expresados por a* y b* conjuntamente.

Para expresar el color numérico en términos reales de color se usa un diagrama de color donde a* y b* son los ejes de color, a* es el eje rojo-verde y b* el azul amarillo.

Tono, claridad y croma, son los tres elementos característicos del color. Los colores pueden separarse en claros y oscuros cuando se comparan sus luminosidades.

Para medir el color de un fruto basta con poner el colorímetro sobre la superficie del fruto y presionar el disparador, inmediatamente aparece en la pantalla el valor numérico del color. Se realizaron tres mediciones por fruto en distintos sectores, el promedio de estos valores corresponde al color de cada repetición. Las evaluaciones se realizaron al término de cada periodo de almacenaje.

3.4. Diseño experimental y modelo estadístico:

El análisis estadístico utilizado para los parámetros cuantitativos de: (a) pérdida de peso (deshidratación) y (b) resistencia de la pulpa a la presión, en cada nivel de madurez (M), en cada concentración de gases (C) y en cada período de almacenaje refrigerado (P) a 6° +/- 1°C fue un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (2 x 4 x 3). Al existir efecto significativo se compararon las medias a través de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resistencia de la pulpa a la presión:

La firmeza de la pulpa, medida como resistencia de la pulpa a la presión, es un buen índice para analizar el comportamiento del fruto en postcosecha, en relación a la evolución de su madurez. En este caso, si la resistencia de la pulpa a la presión, en un tratamiento dado, superó el límite de detección del presionómetro (26 lb), no fue posible determinar si hubo o no disminución de la firmeza respecto al análisis anterior.

Los tres cultivares de palta trabajados mostraron igual tendencia, en cuanto al comportamiento de la resistencia de la pulpa a la presión, durante el almacenaje con modificación atmosférica (MA) y atmósfera normal (AN). No existe interacción en la influencia de los tres factores sobre la resistencia de la pulpa a la presión, por lo tanto para efectos estadísticos se analizaron cada uno por separado y su influencia promedio sobre la variable en cuestión.

4.1.1. Influencia de la Modificación atmosférica sobre la resistencia de la pulpa a la presión:

Los frutos de palta de los tratamiento con Modificaciones atmosféricas (MA) no manifestaron ablandamiento, mientras permanecieron almacenados, manteniendo siempre presiones superiores a 26 lb, para cualquier período de almacenaje.

En cambio, la fruta almacenada en atmósfera normal (AN) manifestó una disminución de la resistencia la pulpa a la presión , como se observa en el Cuadro 6, se puede observar que es notoria la influencia que tiene el uso de atmósfera modificada para evitar la pérdida de firmeza en la pulpa. Esta situación se presentó de igual forma en Hass, Gwen y Whitsell.

CUADRO 6. Efecto de tres periodos de almacenaje a sobre la evolución de la firmeza de la pulpa en palta Hass, Gwen y Whitsell. Promedio de cuatro frutos sometidos a condición de atmósfera normal y modificación atmosférica considerando dos periodos de madurez distintos.

	Resistencia de la pulpa a la presión (lb)		
	HASS	GWEN	WHITSELL
Atmosfera Normal	18,63 a	19,00 a	18,63 a
20% CO2 + 0% O2	26 b	26 b	26 b
20% CO2 + %% O2	26 b	26 b	26 b
5% CO2 + 10% O2	26 b	26 b	26 b

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad P=0,05

De los tres cultivares trabajados el que presentó una menor pérdida de firmeza de la pulpa respecto al almacenaje en atmósfera normal (AN) fue Gwen con 19 lb, tanto Hass como Whitsell manifestaron la misma resistencia de la pulpa a la presión promedio de los frutos. Esto se puede observar en el Cuadro 6.

Es notoria la influencia del uso de Modificación atmosférica sobre el nivel de ablandamiento de los frutos ya que las pérdidas de firmeza sólo se presenta en aquellos almacenados en atmósfera normal (AN). Pero es importante considerar el desarrollo de

desórdenes fisiológicos los cuales causan una pérdida en la capacidad de ablandamiento de los frutos, limitante que se describe con mayor detalle más adelante.

El almacenaje de los frutos en MA puede retrasar el alza climactérica, sin embargo,, en este ensayo se produjo un daño a nivel celular por intoxicación de CO2 y carencia de O2., los cuales, provocan la ausencia de ablandamiento definitivo de los frutos. Este suceso se puede deber quizás, a la alteración en la reducción de la solubilidad de las pectinas.

4.1.2. Influencia del Período de almacenaje sobre la resistencia de la pulpa a la presión:

Por otro lado, el tiempo de almacenaje tienen una marcada influencia sobre la firmeza de la pulpa. Se puede observar que a medida que se extiende el período de almacenaje en AN, disminuye la resistencia de la pulpa a la presión en ambos estados de madurez.

No existen diferencias en la resistencia de la pulpa a la presión en los frutos sometidos a almacenaje con atmósfera normal (AN) y aquellos almacenados en condición alterada de gases hasta los 24 días. Sin embargo, si se extiende el período de almacenaje a 36 días se observan marcadas diferencias entre los dos sistemas de conservación en estudio, esto es de gran importancia cuando se desea extender la distribución del producto hacia mercados lejanos. Esto se observa en los cuadros 9 para Hass, Gwen y Whitsell.

CUADRO 7. Efecto de tres periodos de almacenaje a sobre la evolución de la firmeza de la pulpa en palta Hass, Gwen y Whitsell. Promedio de cuatro frutos sometidos a condición de atmósfera normal y modificación atmosférica considerando dos periodos de madurez distintos.

	Resistencia de la pulpa a la presión (lb)		
Periodo de Almacenaje	HASS	GWEN	WHITSELL
12 días	26 b	26 b	26 b
24 días	26 b	26 b	26 b
36 días	20,48 a	20.75 a	20,47 a

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad P=0,05

Los frutos sometidos a Modificación atmosférica (MA) no manifestaron disminución de la resistencia de la pulpa a la presión, pero este hecho se asocia tal vez tanto al retraso del alza climactérica como también al desarrollo de desórdenes fisiológicos. La ausencia de ablandamiento en frutos almacenados en MA durante 12 días, se debió quizás al retraso del alza climactérica, efecto inducido por una atmósfera encarecida de O2 y elevado CO2, ya que disminuciones de O2 en la atmósfera que rodea al fruto provoca una reducción en la solubilidad de las pectinas, que mantienen la dureza de la pulpa del fruto, y reducción de la producción de etileno, que influye en la evolución de la maduración entre otros efectos. (Herrero y Guardia, 1992).

La firmeza de la pulpa que mostraron los frutos a los 24 y 36 días de almacenaje, se debió a respuestas fisiológicas del fruto distinta a la anteriormente mencionada. Esto se fundamenta en el comportamiento de los frutos luego de retirados de MA, y mantenidos una semana a temperatura ambiente, los cuales manifestaron una pérdida absoluta de su habilidad de madurar, lo cual se encuentra asociado al desarrollo de

desórdenes fisiológicos a nivel de epidermis, mesocarpo y haces vasculares descritos posteriormente.

Las elevadas concentraciones de CO2 al término de estos períodos de almacenaje aparentemente son tóxicas para las células, en todas las modificaciones atmosféricas trabajadas. Se determinó para frutos de Hass cosechados en el segundo nivel de madurez, las concentraciones de gases que provocaban alteraciones a nivel de pulpa, las cuales para los 24 días de almacenaje llegaron a niveles de 38% de CO2 en el mejor de los casos (Anexo 3). Período de almacenaje que provoca también la inhabilidad de ablandamiento de los frutos, alteración que se presentó en los tres cultivares y para ambos períodos de madurez.

4.1.3. Influencia del Nivel de Madurez sobre la Resistencia de la pulpa a la presión:

El nivel de madurez no influye en la pérdida de firmeza de los frutos de Hass y Gwen, tanto los frutos cosechados temprano como aquellos más tardíos manifestaron valores de resistencia a la presión muy similares (Figura 1). En cambio, en Whitsell se observa que los frutos del segundo nivel de madurez manifiestan una menor resistencia de la pulpa a la presión. Esto se puede observar en la Figura 1 y Anexo 4, donde se manifiesta claramente las diferencias que existen entre los dos niveles de Madurez y su correspondiente resistencia de la pulpa a la presión en frutos del cv. Whitsell.

Esto concuerda con lo descrito por Chandler (1962), quien señala que frutos de cosechas más tardías presentan menor resistencia de la pulpa a la presión, suceso que también fue observado por Carrillo (1991) y Barrientos (1993) en cv Fuerte.

La ausencia de ablandamiento en frutos almacenados en MA durante 12 días, se debió quizás al retraso del alza climactérica, ya que, disminuciones de O2 en la atmósfera que rodea al fruto provoca una reducción en la solubilidad de las pectinas, que mantienen la dureza de la pulpa del fruto, y a su vez, reducción en la producción de etileno, el cual influye en la evolución de la maduración (Herrero y Guardia, 1992).

Este síntoma se manifestó como regla general en los tres cultivares trabajados. La firmeza de la pulpa que mostraron los frutos a los 24 y 36 días de almacenaje, es posible que se deba a respuestas fisiológicas del fruto distinta a las anteriormente mencionadas, ya que los frutos luego de ser retirados del almacenaje con MA y mantenidos una semana a temperatura ambiente perdieron absolutamente su habilidad de madurar, lo cual al parecer se encuentra asociado al desarrollo de desórdenes fisiológicos a nivel de mesocarpo y haces vasculares, desde el segundo período de guarda en adelante (24 días).

Las elevadas concentraciones de CO2 al término de estos períodos de almacenaje aparentemente son tóxicas para las células, en todas las modificaciones atmosféricas trabajadas. Se determinó para frutos de Hass cosechados en el segundo nivel de madurez, las concentraciones de gases que provocaban alteraciones a nivel de pulpa, las cuales para los 24 días de almacenaje llegaron a niveles de 38% de CO2 en el

mejor de los casos (Anexo 3). Período de almacenaje que provoca también la inhabilidad de ablandamiento de los frutos, alteración que se presentó en los tres cultivares y para ambos períodos de madurez.

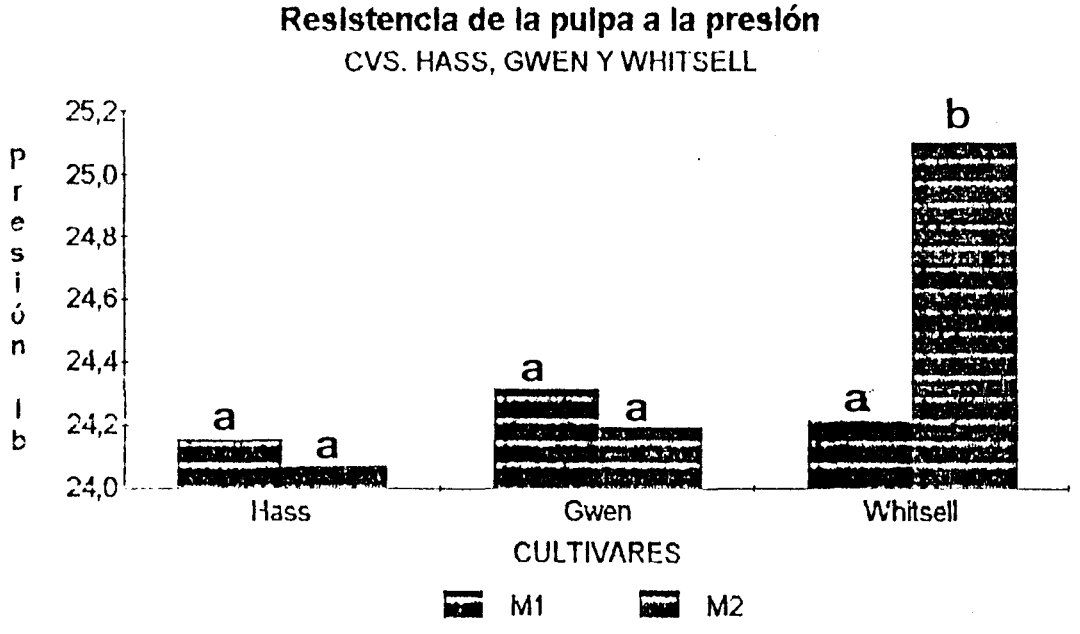


FIGURA 1. Efectos en palta Hass, Gwen y Whitsell del Nivel de madurez sobre la evolución de la firmeza de la pulpa promedio durante el almacenaje a 6 +/- 1° C, considerando que los valores presentados corresponden a la media aritmética de los valores obtenidos para frutos sometidos a atmósfera normal y tres modificaciones atmosféricas para tres períodos de guarda. Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza a través del test de Tukey (P<0,05).

4.2. Deshidratación:

La deshidratación leve no presenta síntomas visibles, sin embargo,, implica una pérdida de peso en la fruta, traduciéndose en una pérdida económica al momento de su comercialización (Berger y Galleti, 1987).

El porcentaje de deshidratación que afecta la apariencia del fruto difiere según el autor. Claypool (1975) ha definido que con una pérdida de un 5% de peso en un producto da como consecuencia una apariencia poco atractiva, disminuyendo su valor económico en el mercado. Luza, Berger y Lizana (1979) señalan que a partir de valores inferiores a 10% de deshidratación se afectaría el aspecto de la fruta.

El nivel de deshidratación en frutas del cultivar Hass no superó al 5% en ningún tratamiento tanto para MA como en AN como se observa en el Cuadro 9. La pérdida de peso aumento en forma gradual a medida que se extendió el período de almacenaje, siendo de no más del 1% a los 12 días para llegar cerca del 3% a los 36 días de almacenaje en MA. En AN,. los frutos manifestaron pérdidas mayores de peso llegando a ser incluso del 4% a los 36 días de almacenaje, sin embargo, no superan los valores establecidos como críticos.

La pérdida de peso no superó el 10%, valor que se menciona como umbral de deshidratación y que afecta la apariencia del producto, según Berger, Auda y Luza (1984). La deshidratación se ve afectada por la temperatura, época de cosecha, también por el tiempo de almacenaje y comercialización, como lo menciona Claypool

(1975), confirmado por Barrientos (1993), Carrillo (1991) y Videla (1993). En este estudio no se observaron diferencias significativas entre los niveles de madurez, a su ves no se determinó alguna interacción con los otros factores: Tiempo de almacenaje y Modificación atmosférica.

Tanto en Hass, Gwen y Whitsell no existe interacción conjunta de los tres factores: Sistema de conservación, Nivel de madurez y tiempo de almacenaje sobre el nivel de deshidratación de los frutos. A su vez, se determinó que tampoco lo hacen dos factores juntos, sólo cada uno por separado, por lo tanto es así como se analizarán.

Se estableció para los tres cultivares que a medida que se extiende el tiempo de almacenaje la deshidratación del fruto se incrementa, al mismo tiempo no existen diferencias significativas entre niveles de madurez y como tampoco entre las modificaciones atmosféricas trabajadas, todas disminuyen en la misma intensidad la pérdida en peso, sin embargo, se presentan marcados aumentos de la deshidratación en frutos almacenados en atmósfera normal. Por lo tanto los frutos que mostraron mayor deshidratación fueron aquellos sometidos a un almacenaje de 36 días en atmósfera normal en cualquier estado de madurez. Las menores pérdidas en peso se obtuvieron en frutos cosechados en cualquier estado de madurez y almacenados por 12 días en atmósfera modificada.

El tiempo de almacenaje influye marcadamente sobre la deshidratación promedio de los frutos de palta, se puede observar en los cuadro 8, para los tres cultivares trabajados los valores correspondientes a la pérdida de peso de los frutos. A medida

que el período de almacenaje se extiende la deshidratación aumenta hasta un 3% como máximo, para el caso de Hass almacenada 36 días.

Cuadro 8. Influencia del tiempo de almacenaje sobre la deshidratación promedio de frutos cvs. Hass, Gwen y Whitsell almacenados en atmósfera normal y tres modificaciones atmosféricas, considerando dos estados de madurez

	Deshidratación promedio de los frutos (%)		
Tiempo de Almacenaje	Hass	Gwen	Whitsell
12 días	0,836a	0,503a	0,779a
24 días	2,028 b	1,398 b	1,795 b
36 días	3,058 c	2,485 c	2,892 c

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo al análisi de varianza a través del test de Tukey (P=0,05)

El uso de empaques plásticos disminuyen considerablemente las pérdidas en peso por deshidratación de los frutos durante el almacenaje refrigerado. Por otro lado, las tres concentraciones gaseosas trabajadas no presentan diferencias entre ellas, todas reducen en la misma intensidad el nivel de deshidratación.

Si bien, la reducción de la tasa respiratoria pudo contribuir a la merma de peso de los frutos, se asume que la disminución de peso se debió principalmente a la pérdida de agua por transpiración. Es así como, las mayores pérdidas en peso fueron observadas en frutos sometidos a almacenaje con AN, si observamos el Cuadro 9 veremos que en las tres variedades trabajadas siempre la deshidratación del tratamiento testigo (AN) fue mayor que la obtenida en la atmósfera modificada, incluso en Hass llegó a ser un 2% superior.

CUADRO 9. Efecto del almacenaje con Modificación atmosférica y Atmósfera normal sobre el nivel de deshidratación, en frutos de palto Hass, Gwen y Whitsell, cosechados en dos estados de madurez y sometidos a tres períodos de guarda.

	Deshidratación promedio de los frutos (%)		
	Hass	Gwen	Whitsell
Atmósfera Normal	3,086a	2,314a	2,492a
20% CO" + 0% O2	1,573 b	1,261 b	1,662 b
20% CO2 + 5% O2	1,575 b	1,221 b	1,642 b
5% CO2 + 10% O2	1,663 b	1,096 b	1,493 b

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo al analisi de varianza a través del test de Tukey (P=0,05)

Si observamos la deshidratación promedio de los frutos en los tres cultivares, Hass es el cultivar que manifestó las mayores pérdidas de peso, pero siempre bajo el límite que afecta la apariencia del producto. Los cultivares californianos, Gwen y Whitsell, muestran una deshidratación un tanto más reducida que Hass, esto concuerda con lo descrito por Gardiazábal (1991), en relación al mejor comportamiento de postcosecha de estas variedades, a su vez esto tiene importancia económica por las pérdidas de peso vendible mientras permanecen los frutos en almacenaje refrigerado.

El nivel de madurez de los frutos no influyó en la pérdida de peso de los mismos, tanto frutos cosechados temprano (M1) como aquellos más tardíos (M2), manifestaron una deshidratación promedio muy similar. Esto se puede observar en el Cuadro 10, observándose que todos los cultivares trabajados mostraron igual comportamiento con respecto a la variable en cuestión.

CUADRO 10. Efecto del Nivel de Madurez de los frutos sobre la deshidratación promedio en paltas de los cvs. Hass, Gwen y Whitsell, sometidas almacenaje en atmósfera normal y tres modificaciones atmosféricas usando tres períodos de guarda.

	Deshidratación promedio de los frutos (%)		
Nivel de Madurez	Hass	Gwen	Whitsell
Madurez 1	1,987 a	1,593 a	1,828 a
Madurez 2	1,961 a	1,332 a	1,816 a

Promedio con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo al analisi de varianza a través del test de Tukey (P=0,05)

4.3. Apariencia general:

Este parámetro sólo se evaluó a la salida de almacenaje y no a temperatura ambiente. Para la evaluación se consideró una escala de intensidad que iba desde excelente (1) a pésima (6), el primer valor sólo se asignó a los tratamientos testigos (AN), los cuales fueron los únicos que mantuvieron una buena presentación de los frutos, especialmente en los dos primeros períodos de almacenaje, 12 y 24 días respectivamente.

La fruta de Hass se consideró como la de peor apariencia entre los tres cultivares. Para el primer período de almacenaje la apariencia general se calificó como regular, la presentación de los frutos disminuyó de calidad debido principalmente al desarrollo de desórdenes fisiológicos durante el almacenaje en MA. Este problema no sería tan serio paran Hass al madurar el fruto, ya que estos daños quedarían virtualmente encubiertos por el cambio de coloración a un negro violáceo (Cuadro 11).

CUADRO 11. Clasificación del promedio de apariencia general de frutos de palta Hass, almacenados en tres modificaciones atmosféricas distintas, más refrigeración en atmósfera normal durante tres períodos de guarda. La escala de intensidad usada va de 1 (excelente) a 6 (pésima).

Tratamiento		Período Almacenaje		
		P1	P2	P3
Madurez 1	Atmóstera Normal	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	3,00	4,50	6,00
	20% CO2 + 5% O2	3,00	4,00	5,75
	5% CO2 + 10% O2	3,50	4,25	5,75
Madurez 2	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	3,25	4,75	5,75
	20% CO2 + 5% O2	3,00	4,25	6,00
	5% CO2 + 10% O2	3,00	4,25	6,00

En el caso de la fruta de Gwen la apariencia general se catalogó en el rango de regular al término del primer período de guarda en estudio. Se observó que una concentración de gases de 20% CO2 + 5% O2 por 12 días conservan en perfectas condiciones a los frutos de ambos niveles de madurez, catalogándose como excelente su apariencia en la escala usada en los ensayos. Los frutos de los tratamientos restantes se ubicaron en el rango de regular, y al igual que Hass su apariencia fue principalmente afectada por el desarrollo de desórdenes fisiológicos provocados por el uso de elevadas concentraciones de CO2 y bajas concentraciones de O2. Mientras el tiempo de almacenaje se extendió la apariencia del fruto fue deteriorándose. Es así como a los 24 días de almacenaje se catalogaba la fruta como de mala apariencia (4 en la escala usada), para llegar a los 36 días a una pésima apariencia, valor 6 en la escala de intensidad usada. En el Cuadro 12 se presentan las categorías dadas a los frutos de Gwen para los tres períodos de almacenaje y de ambas cosechas.

CUADRO 12. Clasificación del promedio de apariencia general de frutos de palta Gwen, almacenados en tres modificaciones atmosféricas distintas, más refrigeración en atmósfera normal durante tres períodos de guarda. La escala de intensidad usada va de 1 (excelente) a 6 (pésima).

Tratamiento		Período Almacenaje		
		P1	P2	P3
Madurez 1	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	3,00	4,00	6,00
	20% CO2 + 5% O2	1,00	4,50	5,75
	5% CO2 + 10% O2	3,50	4,25	6,00
Madurez 2	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	3,50	4,25	5,75
	20% CO2 + 5% O2	1,00	1,00	5,50
	5% CO2 + 10% O2	3,25	4,50	6,00

El cv. Whitsell se catalogó como regular a mala la apariencia de los frutos a los 12 días de almacenaje debido a la presencia de alteraciones de la epidermis que afectó fuertemente la apariencia del fruto disminuyendo su valor comercial. Además es importante considerar que los frutos de Gwen y de Whitsell conservar su color verde oscuro al madurar, por lo tanto, son muy susceptibles a la pérdida de calidad por daños que afectan la epidermis. A medida que aumentó el período de almacenaje en MA la apariencia general del fruto fue cada vez peor, así, para los 36 días de almacenamiento la fruta se catalogó como pésima en la escala usada en los ensayos. El color pardo oscuro de la epidermis, el mal olor liberado por la fruta al ser retirada de la bolsa de plástico y su aspecto pegajoso en toda la superficie debido a la condensación del vapor de agua liberado mientras permanecieron almacenadas, contribuyeron con la mala apariencia de los frutos.

En el cuadro 13 se observan las clasificaciones dadas para cada tratamiento a los cuales se sometió la fruta de Whitsell, es posible observar que los tratamientos testigos se mantuvieron con calificaciones de a lo menos buena, caso muy distinto al detectado en los tratamientos con MA.

CUADRO 13. Clasificación del promedio de apariencia general de frutos de palta Whitsell, almacenados en tres modificaciones atmosféricas distintas, más refrigeración en atmósfera normal durante tres períodos de guarda. La escala de intensidad usada va de 1 (excelente) a 6 (pésima).

Tratamiento	Período Almacenaje		
	P1	P2	P3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	3,75	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	3,50	4,50	5,50
5% CO2 + 10% O2	3,50	4,00	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	3,50	4,25	6,00
20% CO2 + 5% O2	3,25	4,50	5,75
5% CO2 + 10% O2	3,75	4,75	5,75

4.4. Desórdenes fisiológicos:

Según González (1979) en frutos del cv. Hass sometidos a atmósfera controlada (AC), detectó la presencia de tres alteraciones fisiológicas, todas ellas en el mesocarpo y endocarpo de la fruta. Ellas fueron: pardeamiento de la base, pardeamiento del sector pedicelar y oscurecimiento de las fibras.

En este trabajo se observaron tres desórdenes fisiológicos: dos internos y uno externo. Las alteraciones internas se clasificaron en: Pardeamiento interno y Oscurecimiento de los haces vasculares. El tercer daño correspondió a descoloración de la piel. Otros trabajos con atmósfera modificada reportan daños similares a frutos, tales como Spalding y Marousky (1981), quienes describen daños de la epidermis muy similares a los observados en los tres cultivares trabajados. Slabbert y Veldman (1984) trabajaron con frutos de Fuerte almacenados en atmósfera modificada y reportaron la manifestación de desórdenes fisiológicos a nivel de piel y mesocarpo.

Truter *et. al.* (1992) describe alteraciones de la pulpa manifestadas como pardeamiento interno las cuales son causadas en frutos almacenados con atmósfera modificada , también Swarts (1984), relaciona el desarrollo de estos desórdenes fisiológicos al sofocamiento de frutos al igual como lo describe Van Lelyveld (1984).

Uno de los factores predisponentes para el desarrollo de desórdenes fisiológicos es el bajo contenido de humedad, correspondiente a una alta concentración de aceite, lo cual puede favorecer una inestabilidad en las membranas (Cutting *et al.*, 1992).

4.4.1. Pardeamiento interno

El pardeamiento se manifestó como un cambio de tonalidad en toda la pulpa la cual viró desde amarillo-luminoso a un amarillo- pardo y luego a amarillo-grisáceo en los casos más severos. A medida que el tiempo de almacenaje se extendió, la coloración de las fibras se intensificó. Notoria evolución de la alteración se observó en

condiciones ambientales, donde se expresó el daño más severo en frutos sometidos a 36 días de almacenaje en atmósfera modifica más 7 días a temperatura ambiente.

Esta alteración no afectó un área en particular, salvo en la zona que rodea a la semilla, donde implicó un área de daño de no más de 0,5 cm2 afectando sólo a los frutos sometidos a MA. La sintomatología descrita fue común en las tres variedades trabajadas, y para ambos estados de madurez.

Al término del primer período de almacenaje en AM (12 días) no se observó daño de la pulpa como tampoco luego de permanecer los frutos 7 días a temperatura ambiente. El mesocarpo mantuvo su coloracón amarilla-luminosa al igual que el tratamiento testigo (AN). Este desorden se manifestó al término del segundo período de almacenaje en adelante, lo cual concuerda con los resultados del análisis histológicos realizado en cortes de frutos mantenidos en idénticas condiciones que los anteriores. Se observan puntuaciones de color pardo en las células del mesocarpo lo cual otorgaba la tonalidad oscura de la pulpa, la que se manifestaba con mayor intensidad después de 7 días de permanecer los frutos a temperatura ambiente. (Figura 3).

En la Figura 4 podemos observar al costado superior derecho células del mesocarpo sanas, las cuales presentan clara diferencias con las células de frutos sometidos a modificación atmosférica. Las puntuaciones de color café en la pulpa de los frutos se debe a la oxidación de compuestos fenólicos.

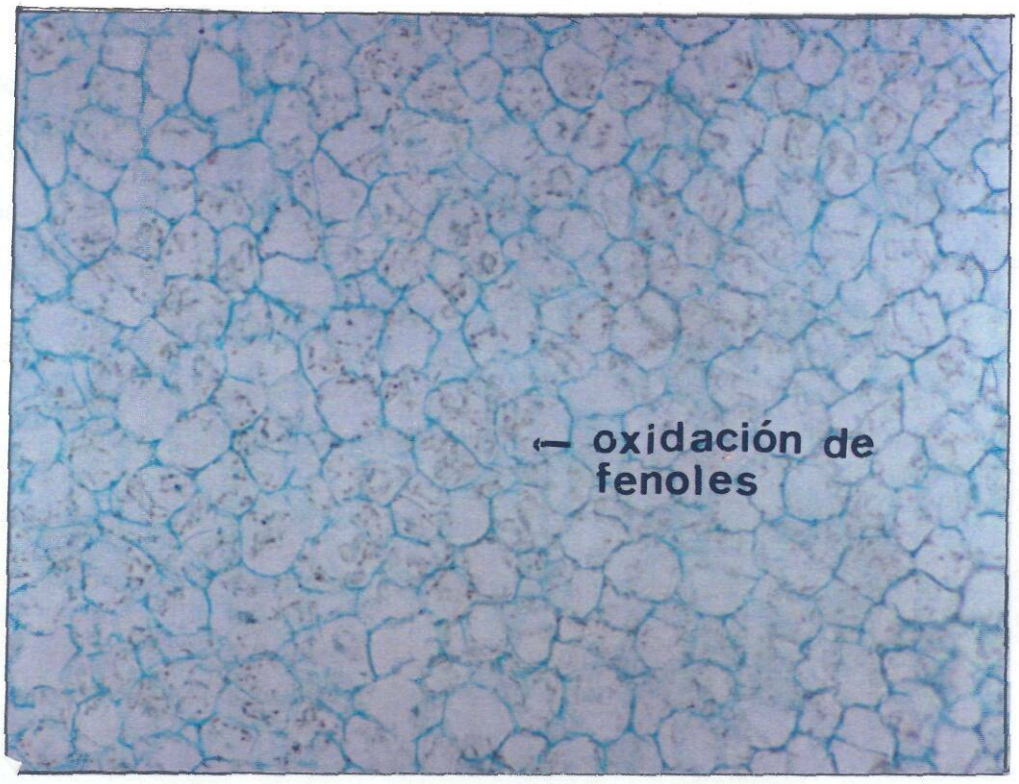


FIGURA 2. Aspecto de las células del mesocarpo de palta Hass almacenada 24 días en atmósfera modificada a 6° C. Se pueden observar puntuaciones de color café posiblemente debido a la oxidación de compuestos fenólicos por la enzima PFO. Fruto expuesto 45 min al aire libre, fotografía tomada con aumento 10x.

Los frutos luego de ser retirados de 24 días de almacenaje refrigerado con MA permanecieron 7 días a temperatura ambiente manifestando un cambio en la coloración del mesocarpo de amarillo-luminoso a un pardo claro (Figura 4). Las zonas dañadas alrededor de la semilla no aumentaron de tamaño ni tampoco variaron de color, este oscurecimiento de la pulpa se encuentra relacionado con la actividad la enzima Polifenoloxidasa (PFO). Según Van Lelyveld (1984) señala que los dos factores más importantes en el oscurecimiento del mesocarpo son la actividad de la PFO y la concentración de substratos fenólicos en la pulpa de los frutos de palto, también menciona que estos dos factores son esenciales en la determinación y extensión de la

reacción de pardeamiento. La PFO se localiza en los plastidios de tejidos sano y la mayoría de los compuestos fenólicos se ubican en la vacuola, aislados de la PFO. Aparentemente se requiere de alguna forma de daño celular para la activación de la PFO latente, que reaccionaría con los fenoles ubicados en la vacuola produciéndose el pardeamiento (Vangh y Duke, 1984).

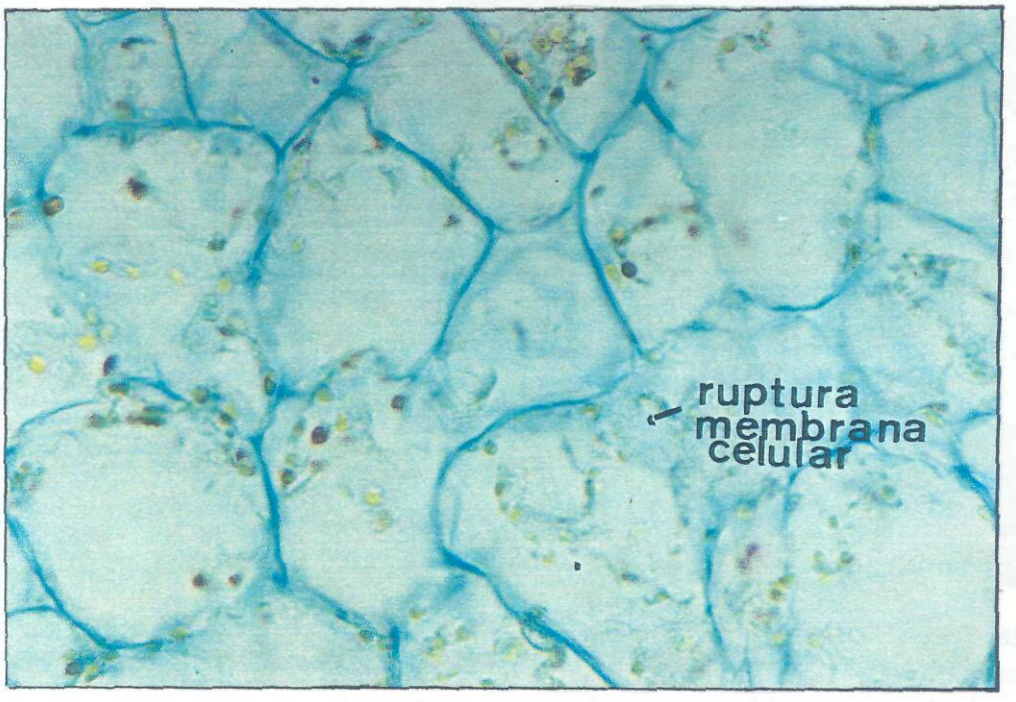


FIGURA 3. Aspecto de las células del mesocarpo con un aumento 40x (corte histológico anterior). Se observa con mayor detalle las puntuación de color café que otorgan la coloración anormal a la pulpa debido a la oxidación posiblemente de productos fenólicos que se encuentran en la célula por acción de la PFO, se puede observar además la falta de contenido celular quizás por rotura de membrana debido al stress provocado por elevadas concentraciones de CO2. Frutos 45 min expuestos al aire libre.

El potencial de pardeamiento de varios frutos ha sido relacionado al nivel de fenoles, actividad de la enzima polifenoloxidasa (PFO) o la combinación de ambos. Por otro lado en paltas con pardeamiento de la pulpa originado durante el almacenaje

refrigerado se observa una mayor concentración de fenoles totales y actividad de la PFO.

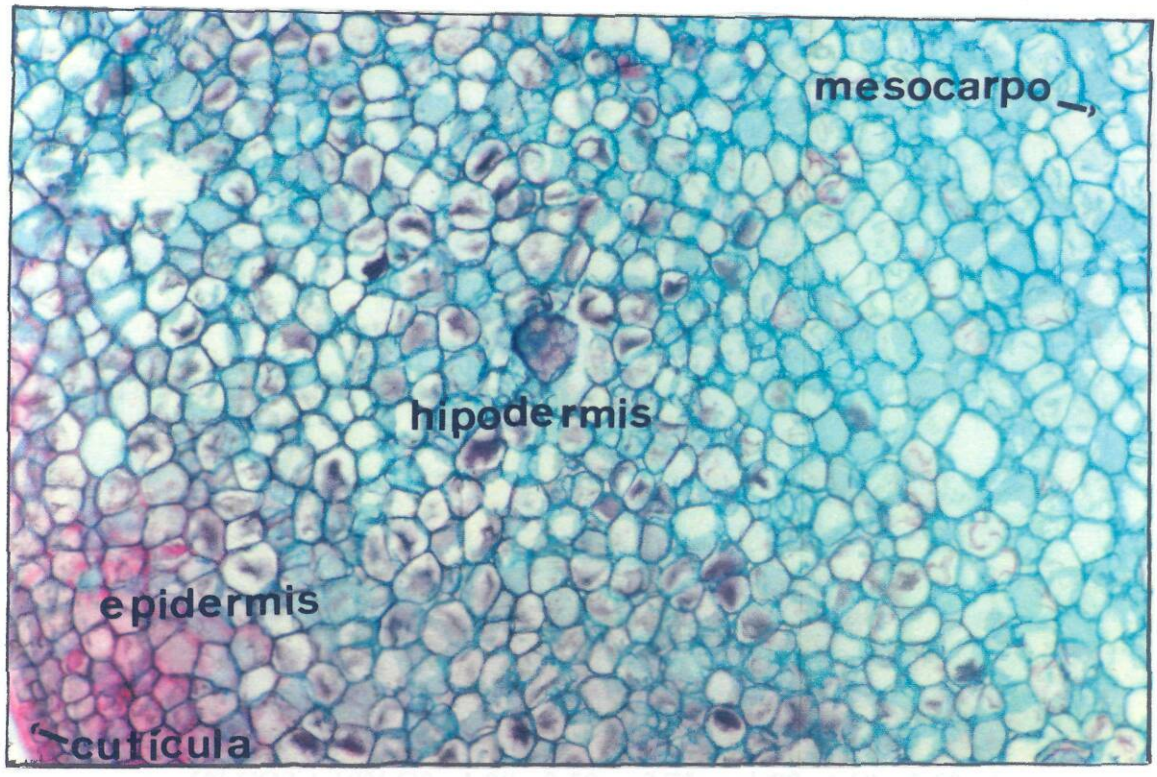


FIGURA 4. Aspecto de células de la hipodermis y mesocarpo sanas, de palta Hass del segundo nivel de madurez almacenada 24 días en atmósfera normal. Se puede observar la falta de puntuaciones de color café tanto en pulpa como en hipodermis, al mismo, la tonalidad de las células haría pensar la presencia de contenido celular a pesar de perderse bastante a través del proceso de fijación y tinción de la muestra. Fotografía tomada con aumento de 10x de frutos expuestos 45 min a temperatura ambiente.

Los frutos tanto de Hass como de Gwen y Whitsell no mostraron daño al permanecer 12 días almacenados con MA, catalogándose como 1 en la escala de intensidad usada en el ensayo. Sin embargo, como se describió con anterioridad a los 24 días se observó daño del mesocarpo alrededor de la semilla, que no superó el valor 1,75 de la escala de intensidad en los tres cultivares trabajados. En el Cuadro 14 se muestran las

intensidades de daño para Hass en ambos estados de madurez , se puede observar que no existe diferencias importantes entre las épocas de cosecha con respecto a la incidencia de pardeamiento interno.

CUADRO 14. Intensidad de pardeamiento interno en palta Hass para tres períodos de almacenamiento (P) y luego de ser mantenidas 7 días en condición ambiental (C) respectivamente. La escala de intensidad usada va de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la pulpa afectada).

Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,25	4,00	1,00	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,50	1,00	4,75	5,75
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,00	3,75	1,00	5,00	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,50	4,25	1,00	5,00	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,75	1,00	5,00	6,00
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,75	1,00	4,50	5,50

Lo descrito para Hass concuerda con lo observado en Gwen y Whitsell (Cuadros 15 y 16), el daño en la pulpa corresponde a áreas circulares de color café oscuro alrededor de la semilla que no superan los 0,5 cm2. Los frutos sometidos a AN no manifestaron alteraciones de la pulpa en ningún período de almacenaje calificándose como 1 en la escala.

CUADRO 15. Intensidad de pardeamiento interno en palta Gwen para tres períodos de almacenamiento (P) y luego de ser mantenidas 7 días en condición ambiental (C) respectivamente. La escala de intensidad usada va de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la pulpa afectada).

Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,25	4,00	1,00	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,50	1,00	4,75	5,75
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,00	3,75	1,00	5,00	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,50	4,25	1,00	5,00	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,75	1,00	5,00	6,00
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,75	1,00	4,50	5,50

CUADRO 16. Intensidad de pardeamiento interno en palta Whitsell para tres períodos de almacenamiento (P) y luego de ser mantenidas 7 días en condición ambiental (C) respectivamente. La escala de intensidad usada va de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la pulpa afectada).

Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,25	4,00	1,00	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,50	1,00	4,75	5,75
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,00	3,75	1,00	5,00	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,50	4,25	1,00	5,00	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,75	1,00	5,00	6,00
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,75	1,00	4,50	5,50

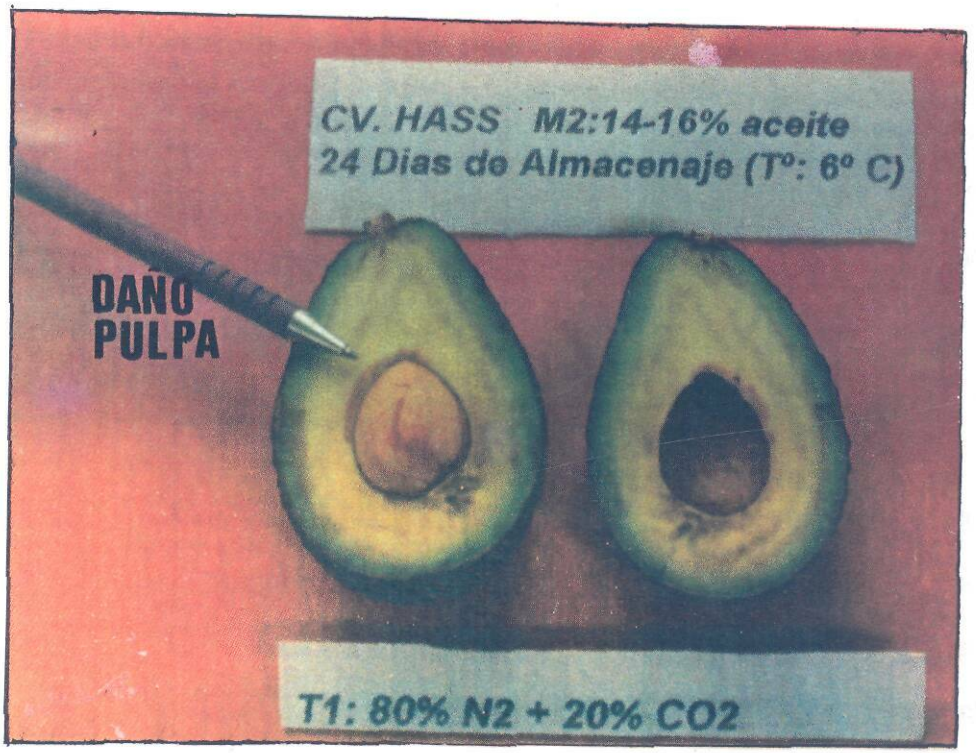


FIGURA 5. Daño de la pulpa adyacente a la semilla en frutos del cv. Hass almacenado 24 días en atmósfera modificada con 20% CO2 y 0% de O2. También se observan zonas de pulpa dañada adyacente a la epidermis descrito con mayor detalle en el texto. Frutos expuestos 15 min a temperatura ambiente.

De acuerdo a Truter *el. al.* (1992), la actividad de la PFO cambia justo antes de que el ablandamiento en paltas comience, probablemente este es el estado cuando tiene lugar el pardeamiento y el desorden fisiológico se desarrolla. El aumento de fenoles durante el almacenaje refrigerado podría deberse a un aumento de actividad de la enzima fenilalanina amonioliasa (PAL) provocado por la baja temperatura.

Por otro lado, el aumento pronunciado en la concentración de fenoles que se produce en el fruto podría ser producto de una situación de stress provocado por la alta concentración de CO2 . La enzima PAl además es inducida como mecanismo de defensa natural de los vegetales ante condiciones de stress ambiental (Aguirre, 1994)

Según Swarts (1984), el oscurecimiento interno es causado por daño de los tejidos como resultado de factores tales como sofocación o envejecimiento, siendo el síntoma una reacción específica de pardeamiento. En este caso el tejido dañado puede ser un proceso rápido a través del cual sólo se afecta la pulpa.

Al extender el período de almacenaje hasta 36 días aumenta el pardeamiento del mesocarpo, daño que se observa al momento de retirar los frutos de almacenaje con MA, llegando a una coloración gris-amarillenta-apagada en la mayoría de los casos, acompañado de una rápida oxidación de la pulpa al momento de realizar el corte longitudinal del fruto y exponer la pulpa al aire (Figura 6). Aquellos frutos sometidos a condiciones ambientales por una semana luego de ser retirados de almacenaje mostraron un aumento en la intensidad del daño, adquiriendo una coloración más oscura.

En este tercer período de almacenaje y al igual que para el período anterior los frutos perdieron la capacidad de ablandamiento. Según Swarts (1984), el tejido dañado por pardeamiento interno pierde la capacidad de madurar, tiene mal olor si el problema es serio, y los frutos se vuelven gomosos en vez de presentar un normal ablandamiento.

FIGURA 6. Frutos de palto cv. Hass cosechados con 13 a 15% de aceite almacenados 36 días en condición alterada de los gases inicial de 20% CO2 y 0% O2. Se puede observar una rápida oxidación de la pulpa y su distribución a través de ella. 5 min exposición al aire después de cortado el fruto.

Van Lelyveld (1984), señala que la alta actividad de la PFO al afectar al fruto provocando descoloración del mesocarpo se debe a la revelación de una PFO latente y/o ligada. Esta revelación puede ser causada por factores de stress.

Es notorio el efecto que tienen elevadas concentraciones de CO2 y bajos niveles de O2 en la incidencia de este desorden fisiológico, ya que los frutos sometidos a atmósfera normal no manifestaron esta alteración. Las concentraciones usadas en todos los ensayos varian internamente en la bolsa de poliestireno en forma similar alcanzando niveles de O2 y CO2 similares en el tiempo (Anexo 1y 2), los cuales son estresantes

para estos frutos y provocan sofocamiento. Según Van Lelyveld el pardeamiento del mesocarpo es más probablemente provocado por la sofocación de los frutos durante el almacenaje por lo que se necesita una buena ventilación de la atmósfera que rodea al fruto.

Un factor importante a considerar en la incidencia de pardeamiento interno en este ensayo, además de las concentraciones iniciales de la MA, es la permeabilidad del polietileno usado con respecto a la difusión de los gases hacia el ambiente externo y por ende, la variación en las concentraciones de O2 y CO2 en la atmósfera que rodea al fruto.

Según Holdsworth (1988), el uso de una película de plástico adecuada y una temperatura correcta de almacenamiento provocan en el interior del envase una concentración tal que permite prolongar el almacenamiento, en virtud de que la relación del dióxido de carbono con el oxígeno se van ajustando de manera progresiva. Por lo tanto quizás usando películas de polietileno con una mayor permeabilidad al O2 y CO2 las concentraciones internas del envase no hubiesen sido tan estresantes para el fruto llegando a un equilibrio entre la tasa respiratoria del fruto, la permeabilidad del plástico y la concentración inicial usada, logrando tenores de gases en rangos no sofocantes para el fruto.

4.4.2. Oscurecimiento vascular

El oscurecimiento vascular correspondió al cambio de color de las fibras de verde amarillento claro a un pardo oscuro incluso negro. Este daño inicialmente se manifestó como puntos en la base del fruto de apariencia cristalina. En los casos más severos el daño se presentó en la base del fruto y se extendió a lo largo de la pulpa llegando al extremo distal de la semilla, tal como lo describe Berger, Auda y González (1982). En la Figura 7 se muestra el daño de los haces vasculares que se manifestó a los 24 días de almacenaje en atmósfera modificada.

FIGURA 7. Distribución del oscurecimiento vascular a través de la pulpa observado en frutos mantenidos 24 días en atmósfera modificada (29% CO2 + 0% 02). El daño que se observa es inmediato a la salida de almacenaje y corresponde al valor 3 en la escala de intensidad usada, designado como daño leve. 5 min exposición al aire libre después de cortado el fruto.

En los Cuadros 17, 18 y 19 se presenta la intensidad de daño vascular que registró cada tratamiento para Hass, Gwen y Whitsell respectivamente. Se observa que la intensidad de daño no varió de manera importante entre los tres cultivares, mostrando un comportamiento similar.

El daño se manifestó desde el segundo período de almacenaje. observándose que la variedad más afectada fue Hass sin diferencia entre los niveles de madurez .La fruta de Hass para este período de almacenaje se mantuvo dentro del rango de daño moderado, aumentando en intensidad al permanecer los frutos en condiciones ambientales llegando a considerarse como 5 en la escala de intensidad lo que corresponde a un daño severo (Cuadro 17).

CUADRO 17. Oscurecimiento vascular promedio en frutos de Hass almacenados en atmósfera modificada y normal durante tres períodos de almacenaje (P) distintos y luego mantenidos en condición ambiental (C) por 7 días respectivamente,

	Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
		P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	3,00	4,00	1,00	4,50	6,00
	20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,75	1,00	4,00	5,75
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,75	3,25	1,00	4,00	5,50
Madurez 2	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	3,00	4,25	1,00	4,75	5,75
	20% CO2 + 5% O2	1,00	2,00	3,25	1,00	4,00	6,00
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,00	1,00	4,00	5,75

El oscurecimiento de las fibras vasculares se agravó aún más al extender el período de almacenaje hasta 36 días, alcanzando la categoría de daño severo en la escala de intensidad, esto se observa claramente en la Figura 8. Este desorden llegó a ser crítico

luego de mantener los frutos en condiciones ambientales por 7 días, los haces vasculares adquirieron una coloración negra extendiéndose desde la base de la semilla hasta el extremo distal a lo largo de la pulpa, la intensidad de daño se clasificó como muy severa.

FIGURA 8. Alteración de los haces vasculares calificado como severo según la escala usada en el ensayo. Los frutos fueron sometidos a condición inicial de gases de 20% CO2+ 0% O2 empacados en bolsa de polietileno semipermeable. 5 min exposición al aire después de cortado el fruto.

En Gwen y Whitsell el daño se manifestó con una sintomatolagía similar a Hass, incluso no existe diferencias de importancia en la intensidad de daño observada, esto se puede observar en los Cuadros 18 y 19 para cada cultivar respectivamente.

En los tres cultivares no se observó una importante diferencia en las intensidades de daño en cuanto al nivel de madurez de los frutos para los tres períodos de guarda. El tiempo de almacenaje y las concentraciones de gases en el interior de la bolsa, sin duda son los factores de mayor predominancia en la incidencia del daño. Se puede observar en los Cuadros 17, 18 y 19, un aumento en la intensidad del daño a medida que el tiempo de almacenaje se extiende.

CUADRO 18. Oscurecimiento vascular promedio en frutos de Hass almacenados en atmósfera modificada y normal durante tres períodos de almacenaje (P) distintos y luego mantenidos en condición ambiental (C) por 7 días respectivamente,

Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,25	4,00	1,00	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,75	3,25	1,00	4,00	5,50
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,50	1,00	4,50	5,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,00	3,75	1,00	4,75	5,75
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,50	3,00	1,00	3,75	5,75
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,25	1,00	4,25	5,50

A medida que la concentración de CO2 aumenta en el interior del envase plástico la intensidad de daño de los haces vasculares también lo hace. La magnitud de cambio en la atmósfera que rodea al fruto está dado por la concentración inicial de gases, la permeabilidad de la película plástica usada y la velocidad respiratoria de los frutos, el tenor de gases que se alcanza en el interior del envase parecen los causantes de la alteración de las fibras vasculares.

CUADRO 19. Oscurecimiento vascular promedio en frutos de Hass almacenados en atmósfera modificada y normal durante tres periodos de almacenaje (P) distintos y luego mantenidos en condición ambiental (C) por 7 días respectivamente,

Tramiento	Periodo Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,25	4,00	1,00	4,50	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,50	1,00	4,75	5,75
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,00	3,75	1,00	5,00	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	1,00	3,50	4,25	1,00	5,00	6,00
20% CO2 + 5% O2	1,00	2,25	3,75	1,00	5,00	6,00
5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	3,75	1,00	4,50	5,50

Según los resultados obtenidos en el análisis cromatográfico en frutos de Hass, se puede observar que las variaciones en la concentración de gases inicial a través del tiempo alcanzan valores similares en los tres tratamientos con MA (Anexo 1 y 2). Al mismo tiempo la intensidad de daño de los haces vasculares tubo igual comportamiento, no se observó una diferencia importante en el daño causado por cada tratamiento y este aumentó a medida que el tiempo de almacenaje se extendió.

Por otro lado, los tres cultivares manifestaron un comportamiento similar con respecto al oscurecimiento de las fibras, por lo que las concentraciones de gases determinadas en Hass pueden ser homologables a Gwen y Whitsell para los mismos periodos de guarda.

En base a lo anterior, concentraciones de CO2 superiores a 36% y de O2 alrededor del 0,2%, causan daño de los haces vasculares en frutos de palto. Importante es destacar el tiempo de exposición de los frutos a estas condiciones, si observamos el Anexo 1 y 2

donde encontraremos graficadas la evolución en las concentraciones de O2 y CO2, encontraremos que las tres Modificaciones atmosféricas a los 12 y 24 días llegan a tenores de gases no muy diferentes, por lo tanto lo que determina el daño es el tiempo de almacenaje bajo estas condiciones.

En las Figuras 9 y 10 se puede observar el daño a nivel de tejido provocado en los haces vasculares. Los frutos sometidos a MA manifestaron puntuaciones de color café en los haces, daño que causa su apariencia oscura a lo largo de la pulpa. La coloración café quizás se encuentra relacionada con una reacción de pardeamiento a nivel celular, causada por la sofocación de los frutos bajo condiciones de MA, sin embargo,, la enzima causante de la oxidación no es la PFO como sucede en el caso de las células de la pulpa.

Los procesos fisiológicos que conducen al pardeamiento vascular de la palta, parecerían ser diferentes a los de los otros pardeamientos. Por ser la PFO una enzima que se ubica exclusivamente en plastidios, los tejidos que carecen de ellos (vasos cribosos y traqueidas) no presentarían PFO (Vangh y Duke, 1984).

Por otro lado, las células procambiales que rodean los haces vasculares, a diferencia de las del mesocarpo, se caracterizan por mantenerse activas, indiferenciadas y en división a lo largo de la vida de la palta. Este estado juvenil las podría tornar más susceptibles a un daño a nivel de membrana como el descrito por Platt-Aloia y Thompson (1992).

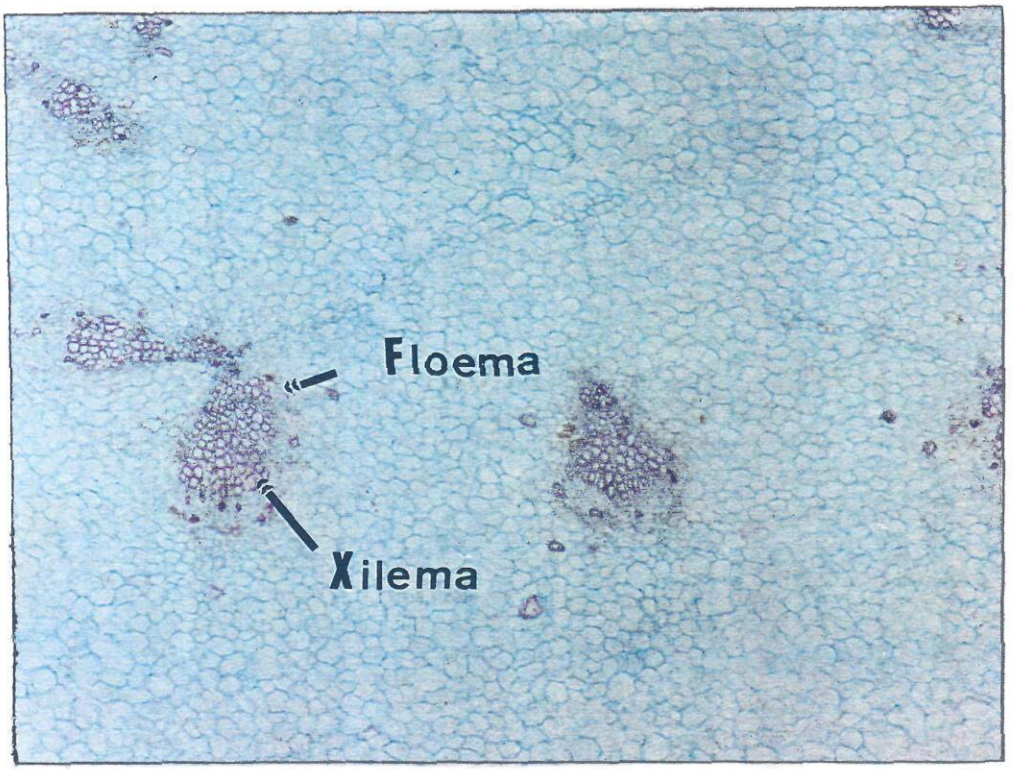


FIGURA 9. Aspecto de los haces vasculares dañados, se puede observar puntuaciones de color café entre los haces y alrededor de ellos. Este daño se produce por una condición de stress al mantener el fruto en condiciones de elevado CO2, esta coloración puede deberse a la rotura de las paredes celulares o a nivel de las células procambiales que los rodean. Frutos de Hass almacenados 24 días en MA (5 % CO2 + 10% O2) expuestos 45 min al aire libre fotografía tomada con aumento 4x.

La lipoxigenasa, es la enzima clave en la oxidación de lípidos estructurales, aumenta su actividad durante el almacenaje a baja temperatura, lo que podría resultar en la destrucción de la integridad de las membranas, lo que las hace perder su permeabilidad selectiva, produciéndose una dispersión de los materiales previamente aislados, por los que enzimas como la PFO y fenoles entran en contacto posibilitando la manifestación de pardeamiento.

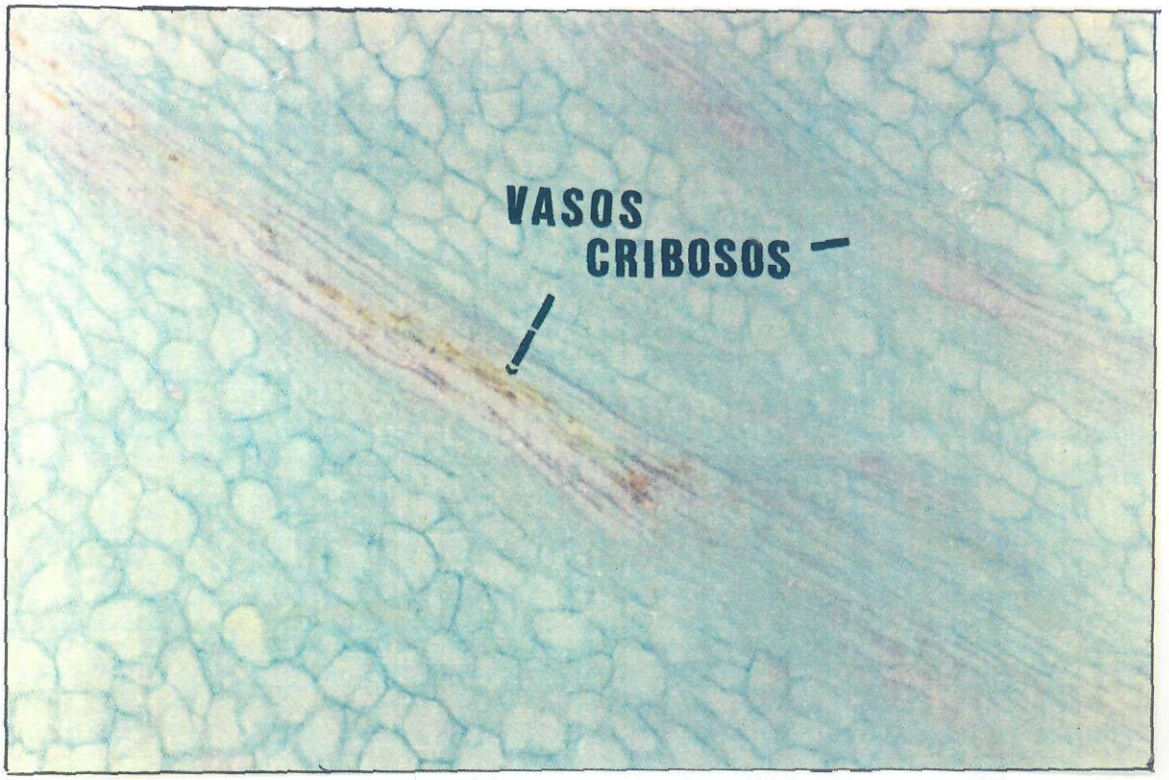


FIGURA 10. Aspecto de vasos cribosos dañados producto de excesivo CO2, este daño no se debe a la acción de la PFO ya que esta no se encuentra en este tipo de estructuras. La oxidación se le atribuye a otra célula que puede ser la lipoxigenasa. Fruta del cv. Hass (M2) almacenada 24 días con MA (20% CO2 + 5% O2), expuesto 45 min a condición ambiental. Fotografía tomada con aumento 10x.

Small y Botha (1984), señalan que en condiciones anaeróbicas de almacenaje la Lipoxigenasa muestra aumentos en su actividad después de 10 días, al mismo tiempo, en almacenajes aeróbicos no manifiesta cambios en actividad marcados. Estos resultados podrían indicar que aumentos en la actividad de la lipoxigenasa ligada a la

membrana proporcionaría una mayor oxidación de los lípidos insaturados de la membrana.

Los haces vasculares de los frutos sometidos a AN (Figura 11), no manifiestan puntuaciones de color café, se puede observar una clara diferencia entre estas células y las del tejido dañado. Además se observar la falta de coloración café alrededor de los haces, así como también en células que lo constituyen.

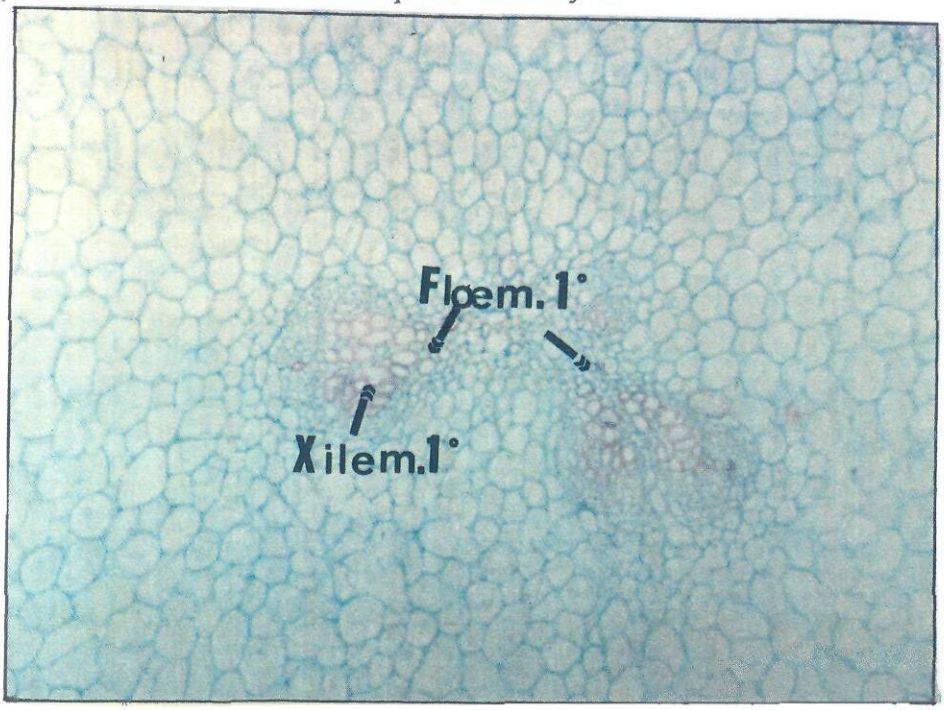


FIGURA 11. Aspecto de lo haces vasculares sano de frutos del cv. Hass cosechados con 14 a 16% de aceite (M2) y almacenado por 24 días en atmósfera normal. Se puede observar la ausencia de coloración café alrededor de las paredes de los haces vasculares así como también entre ellos. Frutos expuestos 45 min al aire libre, fotografia con aumento 10 x.

4.4.3. Decoloración de la epidermis

Este desórden se manifestó a los 12 días de almacenaje de los frutos sometidos a MA, iniciándose como pequeñas áreas circulares de contornos irregulares de color café rojizo y apariencia costrosa, las cuales sólo se desarrollaron en condición ambiental.

Posteriormente la zona dañada llegó a ser de color pardo oscuro violáceo, sin aumentar de tamaño. El daño se limitó a la cáscara y la pulpa adyacente se mostró generalmente normal, aunque se observó una pérdida en la capacidad de ablandamiento de en esta zona, luego de permanecer los frutos 7 días a temperatura ambiente. La pulpa ubicada bajo la zona de daño no se ablando, sufriendo una subsecuente depresión debido quizás a la deshidratación. En las Figuras 12 y 13 se puede observar el daño a nivel celular, el cual se manifiesta en células café de aspecto corchoso con una leve depresión de la zona afectada. Los frutos que se mantuvieron con atmósfera normal no manifestaron el daño (Figura 13).

Los frutos del cv Hass se mostraron más susceptibles al daño, manifestándose 15 minutos después de retirados de almacenaje, el daño se calificó como 4 en la escala de intensidad usada. Los daños más severos mostraron áreas de color café que abarcaban hasta un 30% de la piel de los frutos de ambos estados de madurez. En Hass no se observó diferencias en la intensidad de daño provocado por los distintos tratamiento de MA, pero sí de estos con respecto a AN (testigo). En este último tratamiento no se manifestaron alteraciones de la piel en los frutos, mostrándose sanos mientras permanecieron almacenados, así como también a temperatura ambiente. Esta situación

es común en las tres variedades trabajadas y para cualquier período de almacenaje estudiado.

La coloración café en la epidermis se puede deber al paso de clorofila a carotenoides los cuales se oxidan originando dicha coloración. Se pude observar en la Figura 12 un engrosamiento de las paredes secundarias debido a suberina, la cual aumenta tal vez, producto de la condición de stress a la cual se sometió a los frutos en atmósfera modificada, por los elevados niveles de CO2 trabajados. Además podemos observar un bajo contenido celular, destrucción de las paredes celulares producto tal vez de la destrucción de los fosfolípidos de la membrana.

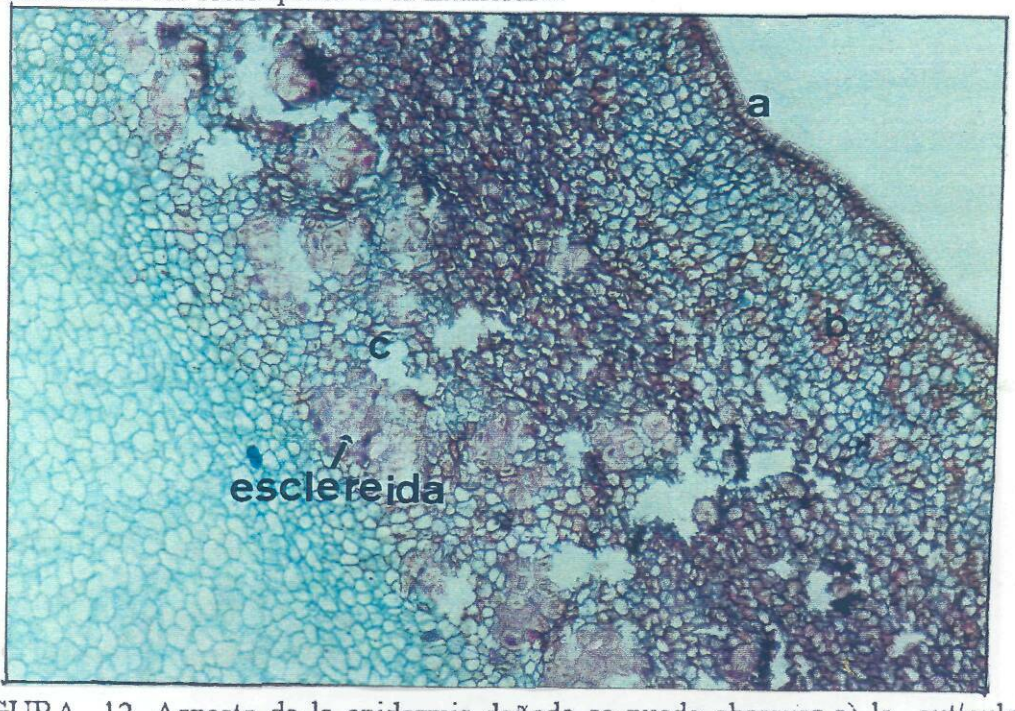


FIGURA 12. Aspecto de la epidermis dañada se puede observar a) la cutícula sin daño, b) la hipodermis manifiesta coloración café debido posiblemente al aumento de suberina en estas células otorgando un aspecto corchoso al fruto, se produce una gruesa capa que compromete varias corridas de células epidermales, c) se observan las esclereidas con mayor desorganización que lo que se observaría en un fruto sano. Frutos de Hass cosechados con 14 a 16% de aceite (M2) y almacenado 24 días con MA de 20% CO2 + 5% O2, expuestos 45 min al aire libre. Aumento 4x

Esto puede estar relacionado quizás con el aumento de la actividad de lipoxigenasa en almacenaje anaeróbicos, la cual oxida lípidos insaturados de la membrana provocando una inestabilidad de la misma (Small y Botha, 1984).

Los frutos sanos parecen manifestar una evolución en la secreción de suberina, la cual podría aumentar según el stress al cual sea sometido el fruto, a nivel histológico se pude observar una cutícula que protege al fruto, correspondiendo a una capa unicelular, imediatamente abajo encontramos la epidermis propiamente tal y luego la hipodermis donde se ubican los esclerenquimas o núcleos esclerenquimáticos, los cuales se observan como células de gran tamaño de color rosado en la Figura 13.

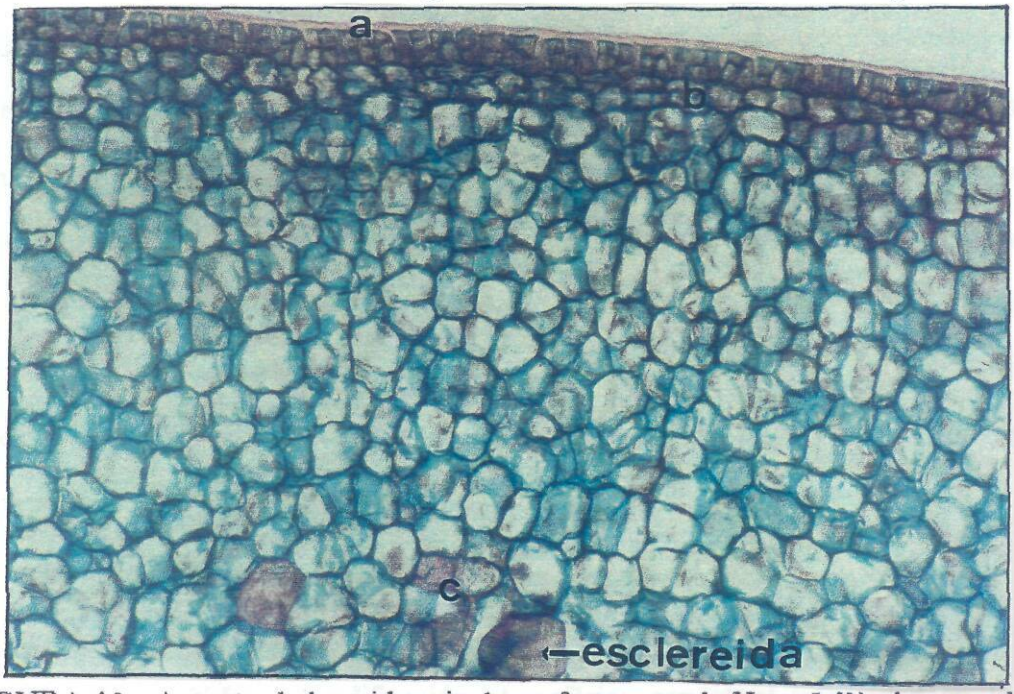


FIGURA 13. Aspecto de la epidermis de un fruto sano de Hass (M2) almacenado 12 días en atmósfera normal. Se puede observar una cutícula unicelular (a), la epidermis suberificada (b) y la hipodermis (c) donde se ubican los núcleos esclerenquimáticos. Frutos expuestos 45 min a condición ambiental.. fotografía tomada con aumento 10x

El daño observado en el segundo período de almacenaje comprometió a la cáscara y pulpa adyacente a ella. Luego de mantener los frutos 7 días a temperatura ambiente mostraron una anormal maduración, perdiendo la capacidad de ablandamiento. Esto pone de manifiesto que la epidermis es más sensible a altas concentraciones de CO2 que la pulpa, cumpliendo la cáscara, una función de protección por sus características físicas. Es así como, para que se produzca daño de la pulpa son necesarios niveles de CO2 un poco más elevado y un mayor tiempo de exposición de los frutos a estos.

La concentración de gases que más acentuó el daño fue la de 80% N2 + 20% CO2 + 0% O2, en ambos niveles de madurez. En general la época de cosecha no influyó en la incidencia de alteraciones fisiológica en este ensayo a diferencia de los señalado por Berger , Auda y González (1979) quienes determinaron mejor potencial de postcosecha para frutos de cosechas más tardías, los cuales presentaban una menor incidencia de desórdenes fisiológicos. Los mismos autores señalan que el uso de plástico reduce los desórdenes fisiológicos con mejores efectos que la atmósfera controlada y la atmósfera normal. En este ensayo se observó un comportamiento de la fruta bastante distinto, debido a que los niveles de CO2 y de O2 eran extremos para los tolerados por la especie.

Esta alteración luego del tercer período de almacenaje en MA, se manifestó en todos los frutos sometidos a modificación atmosférica con igual intensidad en las tres variedades. La intensidad de daño se catalogó como 6 en la escala usada, lo cual implica más de un 60% de superficie de fruto afectada (Cuadro 20). Mientras los frutos permanecieron 7 días a temperatura ambiente el daño aumentó hasta abarcar el 100%

de la superficie, acompañado de un cambio de color de café rojizo inicialmente a un pardo oscuro violáceo. En Hass el daño no fue tan marcado en condiciones ambientales por su característica de virar de color cuando madura, caso muy distinto sucede en Gwen y Whitsell, las cuales mantienen el color verde al madurar por lo que cualquier daño a nivel de epidermis involucra una disminución en la calidad del fruto, especialmente cuando se afecta gran parte de la superficie de éste.

A pesar que Hass cambia de color al madurar pasando de verde oscuro a negro violáceo y puede dejar encubierto el daño de la epidermis, la pérdida en la capacidad de ablandamiento igual se hace presente, observándose una anormal maduración como también sucede en Gwen y Whitsell. Por esta razón no se evaluó la influencia del último período de almacenaje sobre la incidencia de descoloración de la epidermis en frutos almacenados 36 días en MA y mantenidos 7 días en condiciones ambientales.

CUADRO 20. Intensidad de descoloración de la epidermis en palta Hass, para tres períodos de almacenamiento (P) y mantenidas 7 días en condición ambiental (C) respectivamente. Escala de intensidad usada de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la superficie afectada).

Tramiento		Período Almacenaje			Condición ambienta		
		P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	4,00	4,75	6,00	4,00	4,75	--
	20% CO2 + 5% O2	3,00	4,50	6,00	3,00	4,50	--
	5% CO2 + 10% O2	3,00	4,50	6,00	3,00	4,50	--
Madurez 2	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	4,00	5,00	6,00	4,00	5,00	--
	20% CO2 + 5% O2	3,25	4,75	6,00	3,25	4,75	--
	5% CO2 + 10% O2	3,00	4,50	6,00	3,00	4,50	--

En el Cuadro 21 se muestran las intensidades de daño a nivel de epidermis en frutos del cv. Gwen. A diferencia de Hass, los frutos del cultivar Gwen se comportaron distinto según el nivel de madurez. Los frutos sometidos a modificaciones atmosféricas de 20% CO2 + 0% O2 presentan moteados de color café que cubrían un 10 a 15% de la superficie, las otras dos modificaciones atmosféricas no causaron alteraciones de la epidermis. Esta situación se revirtió para frutos de cosechas más tardías, el daño se presentó en las concentraciones de 20% CO2 + 0% O2 y 5% CO2 + 10% O2 que en los casos más severos llegaron a implicar 10% de la epidermis dañada, lo cual equivale a 3 en la escala de intensidad. Pero la concentración restante provocó alteraciones leves en los frutos, menor a 2 en la escala de intensidad utilizada en el ensayo.

CUADRO 21. Intensidad de descoloración de la epidermis en palta Gwen en tres periodos de almacenamiento (P) y mantenidas 7 días en condición ambiental (C). respectivamente. Escala de intensidad usada de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la superficie afectada.

Tramiento		Periodo Almacenaje			Condición ambienta		
		P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	2,00	4,00	6,00	2,00	4,00	6,00
	20% CO2 + 5% O2	1,00	4,50	6,00	1,00	4,50	6,00
	5% CO2 + 10% O2	2,00	4,00	6,00	2,00	4,00	6,00
Madurez 2	Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	2,50	3,75	6,00
	20% CO2 + 0% O2	2,50	3,75	6,00	2,50	3,75	6,00
	20% CO2 + 5% O2	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	6,00
	5% CO2 + 10% O2	3,00	4,50	6,00	3,00	4,50	6,00

Los frutos de los tres cultivares, luego de retirados de almacenaje con MA, permanecieron 7 días a temperatura ambiente. Durante este tiempo, el tamaño de las

áreas circulares no aumentó, sufriendo sólo un cambio de coloración a través de los días, pasando de un color café rojizo a un café oscuro violáceo de aspecto corchoso. En el cuadro 22 se presentan los valores de intensidad de descoloración de la epidermis para Whitsell que va de 1= sano a 6= más del 60% de la superficie dañada.

CUADRO 22. Intensidad de descoloración de la epidermis en palta Whitsell en tres periodos de almacenamiento (P) y mantenidas 7 días en condición ambiental (C) respectivamente. Escala de intensidad usada de 1 (sano) a 6 (más del 60% de la superficie afectada.

Tramiento	Período Almacenaje			Condición ambienta		
	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Madurez 1 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	4,25	5,00	6,00	4,25	5,00	6,00
20% CO2 + 5% O2	3,25	4,50	6,00	3,25	4,50	6,00
5% CO2 + 10% O2	3,50	4,74	6,00	3,50	4,74	6,00
Madurez 2 Atmósfera Normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20% CO2 + 0% O2	4,25	5,25	6,00	4,25	5,25	6,00
20% CO2 + 5% O2	3,50	4,75	6,00	3,50	4,75	6,00
5% CO2 + 10% O2	3,50	4,75	6,00	3,50	4,75	6,00

Esta alteración de la piel afectó a los frutos mientras se mantuvieron almacenados con MA más de 24 días, observándose áreas de contornos regulares de color rojizo. Luego de retirados de esta condición, la intensidad del daño aumentó al momento de ser expuestos al aire y temperatura ambiente tornándose de un color café oscuro de aspecto corchoso. Luego de permanecer 7 días a temperatura ambiente, el daño aumentó en forma gradual llegando a un tono pardo oscuro violáceo que incluso en algunas ocasiones llegó a ser negro. Los frutos perdieron totalmente su capacidad de ablandamiento.

Esta sintomatología se manifiesta de igual forma en Hass y Whitsell e indistintamente del nivel de madurez de los frutos. Sin duda, la extensión del tiempo de guarda tiene gran efecto sobre la intensidad de descoloración de la epidermis en frutos almacenados en MA. Esto se debe a la acumulación de CO2 en el tiempo, por sobre los niveles tolerados por la especie, en la atmósfera que rodea al fruto. A su vez, la disminución del O2 a valores inferiores del 1%, provoca una sofocación del fruto lo cual altera la normal respiración de ellos.

El tiempo de almacenaje y las concentraciones de CO2 que rodean al fruto son determinantes en la incidencia de desórdenes fisiológicos, ya que su intensidad depende del tiempo de exposición a determinados niveles de CO2. Concentraciones de 36 a 38% de CO2 por 12 días sólo provoca decoloración de la epidermis, sin embargo, tenores de CO2 del 36 a 47% durante 24 días el daño de la epidermis involucra la pulpa adyacente (Anexo 3). Sintomatología que se observó en los tres cultivares.

Comportamiento distinto se observó en Gwen, con respecto al primer período de guarda. Luego de permanecer 24 días en condición alterada de gases, el único tratamiento que manifestó decoloración de la piel inferior a 2 en la escala usada, fue 20% CO2 + 5% O2 y 75% N2, en frutos de la segunda cosecha (M2). Mientras que en los restantes tratamientos con MA se observaron áreas circulares de color café, que en la mayoría de los casos, cubrían entre el 20 a 40% de la superficie de los frutos de ambas cosechas (M1 y M2). En Hass y Whitsell este tratamiento no fue diferente que los otros, provocando igual nivel de daño.

El comportamiento atípico de Gwen para este caso en particular, en lo que respecta a concentración de gases, nivel de madurez y período de almacenaje, se puede deber a que los frutos son capaces de estabilizar las concentraciones en la atmósfera que lo rodea, en valores de O2 superiores a 2% y de CO2 7-10% (Spalding y Marousky, 1981). Parece ser que no se desarrolla daño, después que la pérdida en O2 y aumentos de CO2 en el interior de la bolsa de poliestireno son suficientes para mantener el contenido de O2 en rangos del 1% y de CO2 no mayores al 30%, la intensidad respiratoria se frena a niveles tales que sumado a la difusión de gases del plástico usado, los frutos son capaces de estabilizar la concentración de gases en rangos no tóxicos.

Esta característica es especifica para cada variedad, por su capacidad para tolerar niveles tóxicos de CO2 y carencias de O2, y se ve influenciado por el nivel de madurez, ya que, frutos con estados de desarrollo más avanzados de madurez poseen una tasa respiratoria distinta que frutos de cosechas más tempranas.

El cv. Hass parece ser el más sensible a elevadas concentraciones de CO2, el daño se manifiesta marcadamente durante el almacenaje por más de 12 días. Al término del segundo periodo de guarda, el cual corresponde a 24 días, los frutos con MA manifestaron una rápida oxidación de la epidermis al ser retirados de las bolsas de poliestireno, tomando un color café rojizo a los 5 min de ser expuestos al aire. Estas manchas no afectaron el 100% del fruto, aunque evolucionaron en tamaño mientras los frutos permanecieron a temperatura ambiente. Las áreas dañadas implicaron la pulpa adyacente, observándose zonas de hasta 0,5 mm desde la cáscara hacia la semilla.

A medida que se extiende el período de almacenaje en MA, las concentraciones de CO2 aumentan y las de O2 disminuyen, sin embargo,, los cambios más predominantes en la condición atmosférica que rodea al fruto, se observan desde la condición inicial hasta los 12 días de almacenaje (Anexo 3). Las concentraciones de CO2 aumentan en todos los tratamientos con MA a niveles de 36,5 a 38%, a pesar de que en algunos casos se inyectaron concentraciones de sólo 5% de CO2. En cambio a los 24 días de almacenaje, las concentraciones de CO2 no se incrementaron mayormente, llegando a niveles de 36 a 47%. El O2, a su vez disminuyo a los 12 días hasta 1 a 0,1%, mientras que a los 24 días de almacenaje se mantuvo entre 0,2 a 0,1% en todos los tratamientos con MA (Anexo 1 y 2).

Esto indica que las concentraciones de O2 y CO2 son incidentes en la manifestación de decoloración de la piel en frutos mantenidos bajo MA, así como también es determinante el tiempo que permanecen los frutos expuestos a esta condición. Influyendo a su vez en la calidad potencial de los frutos durante su comercialización, luego de ser retirados de almacenaje.

Según Kader (1986) alteraciones fisiológicas tales como decoloración parda de tejidos externos e interno, pueden ocurrir como resultado del aumento de la concentración de CO2 y/o la disminución de la concentración de O2 más allá de los niveles tolerados por la especie. El tejido externo se daña totalmente con los niveles de O2 y CO2 alcanzados en este tercer período de almacenaje, la alteración no se manifiesta completamente a la salida de almacenaje, sin embargo,, lo hace al cabo de tres días de permanecer a temperatura ambiente. Al retirar los frutos de la bolsa de poliestireno,

despidieron un fuerte olor a alcohol lo que se debe según Kader (1980) a combinaciones inadecuadas de gases las que pueden desarrollar malos olores y sabores, agravar ciertos desórdenes fisiológicos e incluso aumentar la susceptibilidad a enfermedades.

Luego de 36 días de almacenaje en atmósfera modificada se observo la pérdida total en la habilidad de ablandamiento de los frutos de los tres cultivares trabajados.

4.5. Daños patológicos:

El daño patológico se clasificó en pudrición basal del pedúnculo (PBP) y en daños externos por hongos (DEH), los nombres fueron asignados arbitrariamente según sintomatología observada. La PBP se manifestó como una pudrición firme, sin desarrollo de micelio, con depresión de la zona afectada la cual involucraba gran parte del mesocarpo en los casos más severos. Este daño sólo se observó luego de ser retirados los frutos de MA y permanecer una semana a temperatura ambiente. A medida que se extendió el período de almacenaje se observó un mayor desarrollo de hongos en los frutos mantenidos en condición ambiental.

El daño externo por hongos se manifestó con un micelio blanquecino, pudrición de tipo firme, que implicó gran parte de la pulpa cuando el daño fue muy severo principalmente la zona basal del fruto comprometiendo los haces vasculares que se encuentran en el extremo distal de la semilla.

Las concentraciones elevadas de CO2 en una atmósfera de almacenamiento tienen un efecto inhibidor sobre el desarrollo de hongos, pero puede cambiar la calidad organoléptica de los frutos (Pantástico, 1978). Además retrasa la germinación de esporas y el desarrollo del micelio, siendo más eficaz su acción a baja temperatura (Herrero y Guardia, 1992).

No se observó diferencia en el comportamiento de los frutos de los tres cultivares, con respecto al desarrollo de hongos. No se manifestaron alteraciones patológicas en los frutos al término de cada período de almacenaje, ni tampoco se observaron mientras permanecieron en él. Tanto en Hass, Gwen y Whitsell el ataque de hongos se manifestó luego de ser retirados los frutos de almacenaje refrigeración con Atmósfera modificada. Los tres cultivares al ser almacenados 36 días en atmósfera modificada, manifestaron un fuerte olor a alcohol al momento de retirar los frutos del almacenaje y de sus respectivos envases plásticos. Este hecho es característico del desencadenamiento de un proceso fermentativo por parte de los frutos causado por condiciones anaeróbicas.,

El período de almacenaje influyó en el desarrollo de hongos, sólo manifestado luego de permanecer una semana a temperatura ambiente. Esto se debió a que concentraciones elevadas de CO2 pueden producir muerte celular, facilitando el ataque de hongos. Al contrario, concentraciones adecuadas de CO2 pueden retardar la germinación y el desarrollo de algunos hongos que atacan a los frutos, como Rhizophus, Botrytis y Trichothecium (Pantástico, 1978).

Los frutos luego de retirados de almacenaje fueron mantenidos 7 días a temperatura ambiente, y sólo bajo esta condición se desarrolló pudrición. Sin embargo, esto se asocia a la muerte celular causada por la MA sin desmerecer el efecto fungistático de elevadas concentraciones de CO2. Afirmación que se basa en la ausencia de patógenos durante el almacenaje refrigerado con MA, incluso para un período de 36 días, a pesar de determinarse daño celular a nivel de pulpa a los 24 días de almacenaje (Figuras 2 y 3), con concentraciones de CO2 de aproximadamente 36 a 47%. Por lo tanto los frutos se mantuvieron intactos 12 días después de iniciado el daño celular en la pulpa.

Se observó una pudrición firme con micelio blanquecino en la superficie de los frutos, causado por Botrytis. La pulpa mostró principalmente una pudrición que se originaba en la zona peduncular y avanzaba hacia la base del fruto, a pesar de que los frutos se mantuvieron con el pedúnculo durante el almacenaje, denominándose a esta sintomatología Pudrición basal del pedúnculo (PBP). El segundo daño patológico importante fueron los causados por hongos externos, los que se ubicaban en la superficie del fruto.

A los 12, 24 y 36 días de almacenaje en MA, no se observó desarrollo de patógenos mientras los frutos se mantuvieron almacenados, al ser retirados los frutos de esta condición y mantenidos 7 días a temperatura ambiente, sólo el primer período de almacenaje no manifestó desarrollo de patógenos. Lo cual concuerda en los tres cultivares, y es índice de que la concentración de CO2 aumenta hasta niveles que causan muerte celular en la pulpa. El ablandamiento normal de los frutos se presentó en frutos mantenidos por 12 días en refrigeración con MA, períodos de almacenaje

más extensos provocan una pérdida en la capacidad de ablandamiento de los frutos. Para este período de almacenaje se determinaron niveles de CO2 de alrededor de 38% , con un tenor de O2 que disminuyó hasta 0,16% en el peor de los casos, con algunas variaciones según la variedad (Anexo 3).

En frutos del cv Hass el daño a nivel de epidermis llegó a afectar más del 10% del fruto, lo cual corresponde a 5 en la escala de intensidad usada en el ensayo. Se observó escaso desarrollo de micelio blanquecino con frecuencia cercano a la zona peduncular del fruto (Anexo 5, Cuadro 1), sin embargo, la pudrición implicaba la pulpa la cual se observó más afectada, avanzando en sentido de los haces vasculares a través de ella.

El nivel de madurez no influyó en el daño causado por hongos, observándose la misma intensidad de ataque en frutos de ambos estados de madurez. El tiempo de almacenaje junto a las concentraciones de O2 y CO2 son los factores más predominantes en el desarrollo de hongos una vez retirados de almacenaje, por la muerte celular que pueden causar como efecto negativo si las concentraciones de gases que rodean al fruto no son las adecuadas.

Por otro lado, el CO2 en elevadas concentraciones tiene un efecto fungistático, lo que inhibe el desarrollo de hongos en frutos mientras son mantenidos en esta condición. Los frutos del cv. Gwen mostraron un menor desarrollo de hongos, luego de permanecer 7 días a temperatura ambiente (Anexo 5, Cuadro 2). La intensidad de daño externo se catalogó como incipiente (1% de daño en fruto) a los 12 días de almacenaje para llegar a ser moderada luego de 36 días de almacenaje. Para el caso de la pudrición

basal fue de 3 en la escala de intensidad (1 a 5% de daño en fruto) luego del segundo período de almacenaje y de 5 para el último período (36 días) en MA.

En Whitsell la intensidad de daño causado por hongos llegó a 4 en pudrición externa (DEH) y a 5 en pudrición basal del pedúnculo (PBP), para un período de almacenaje de 36 días en condición alterada de los gases. Escasamente se desarrolló micelio luego de 24 días de almacenaje en estas condiciones y la pudrición se mostró firme y comprometió a la pulpa en la zona peduncular (Anexo 5, Cuadro 3).

Según Biale (1971), los frutos de palto son muy susceptibles a condiciones anaeróbicas, ya que, son incapaces de desviar el proceso fermentativo a otras vías metabólicas como sucede en otras especies. La fruta de Hass mostró un fuerte desarrollo de hongos luego de permanecer 7 días a temperatura ambiente, al igual como lo descrito para el anterior período de guarda no se observó daño patológico mientras permanecieron almacenados con MA. El nivel de daño fue calificado como severo para los frutos de ambas cosechas.

4.6. Color de la epidermis:

Los cambios en coloración de la epidermis experimentados en los tres cultivares fue similar, por lo tanto se analizará en general el color y los valores obtenidos para cada caso. La epidermis manifestó un cambió de coloración en los frutos sometidos a almacenaje con MA a partir del primer período de almacenaje (12 días) para el caso de todas las variedades, con algunas excepciones puntuales. Caso contrario se observó en

los frutos testigos, los cuales fueron sometidos a Atmósfera normal (AN), donde la coloración de la epidermis no varió y se mantuvo verde oscuro en todos los períodos de almacenaje para Gwen y Whitsell. El cv. Hass luego de permanecer 36 días almacenaje en AN, el color de la cáscara viró a un tono más oscuro debido a la características propias de la variedad.

El cambio de color de la epidermis se debió al desarrollo de desórdenes fisiológicos que la afectaron, como se describió anteriormente se observó una alteración de tipo circular, de color café y apariencia corchosa, por lo tanto sólo fue un cambio localizado de color y no en toda la superficie del fruto.

El color se midió con un colorímetro manual en el sistema L*a*b* debido a que el sistema Yxy tiene una limitación causada por no ser un espectro visual uniforme, esto se corrige por el uso de las ecuaciones simples de transformación que dan por resultado el sistema L*a*b*. Este sistema corresponde a una medición numérica del color la cual se expresa nominalmente a través del uso de una coordenada de colores Anexo 5.

En el caso de la fruta de Hass la manchas café se extendieron en gran parte de la superficie por lo que el color que se expresa en la Anexo 6 corresponde al promedio de las zonas afectadas y la zona que permaneció con el color natural de la variedad. El color característico de la variedad es verde oscuro tanto que causa valores medidos por el colorímetro que caen en el rango del gris, por lo que se asumió una coloración verde oscura intensa para catalogarlo.

Por otro lado, la coloración café a la percepción humana de las zonas afectadas fue medida por el colorímetro en el rango del gris, ubicado en la coordenada del rojo o muy cercanas a la intersección de los ejes de simetría que la conforman para el valor a*. Esto se debe a que colores muy oscuros causan que el instrumento los mida como un gris y no capte las diferencia en color de la epidermis entre un verde oscuro y café cayendo ambos en el mismo sector del espacio en cuestión. Si observamos los valores, son distintos pero como se trabaja con rangos y áreas de color estas no son tan evidentes, sin embargo, los colores se tienden a ubicar hacia lados distintos en el eje de a* el cual va desde el rojo (+a) a verde (-a).

Para el primer período de almacenaje en Hass, Gwen y Whitsell el color medido correspondió a un verde oscuro para los frutos almacenados en AN, y un pardo oscuro para los almacenados con MA (Anexos 7 y 8). Esto se observó en los dos niveles de madurez, pero se debe considerar que la coloración que se asigna al fruto es el promedio de tres mediciones realizadas en su superficie en distintos sectores.

En el segundo período de almacenaje el color de la fruta se ubicó en el rango del gris, si lo ubicamos en eje a* (Anexo 6) este color se ubica hacia el lado del rojo o cercano al cero. Visualmente se podría definir como un café rojizo que a medida que se mantiene en condición ambiental se torna más oscuro.

El color café rojizo se adjudicó a una reacción de pardeamiento enzimático, que según Cheftel (1971), se observa en vegetales ricos en compuestos fenólicos, entre estos encontramos a los taninos, los cuales se dividen entre: taninos hidrosolubles (o

pirogálicos) y taninos condensados (o catéquicos) la composición química de los últimos se encuentra muy próxima a la de las antocianinas. Estos mismos compuestos fueron determinados por Joslyn y Smit (1954) a través de una columna cromatográfica en frutos de palto, el tejido mostró tener dos grupos similares, una catequina y una flavona.

4.7. Color del mesocarpo:

La pulpa de los frutos manifestó una cambio en el color natural desde el segundo período de almacenaje. El color medido en los frutos testigos correspondió a un amarillo luminoso el cual en frutos sometidos a modificaciones atmosféricas se tornó café rojizo en etapas iniciales y a medida que se mantuvieron en condición ambiental se volvió cada vez más oscuro llegando a un negro violáceo.

El cambio en la coloración del mesocarpo, así como para el caso de la epidermis, se debió al desarrollo de desórdenes fisiológicos que la afectaron. Por lo tanto, los cambios en coloración fueron paralelos al aumento en intensidad de las alteraciones del mesocarpo. Al compara los Anexos 9 y 10 donde se muestra la coloración para los tres cultivares sometidos a los distintos tratamientos se puede observar que no existe diferencia entre éstas en cuanto a color de la pulpa.

A los 12 días de almacenaje el color de la pulpa fue amarillo luminoso en todos los frutos analizados, en los dos niveles de madurez y en todas las variedades trabajadas.

Los frutos sometidos a atmósfera normal no mostraron cambios en la coloración de la pulpa en ningún período de almacenaje así como también en ningún nivel de madurez.

A los 24 días de almacenamiento la coloración de la pulpa se mantuvo en el rango del amarillo luminoso, tanto para los frutos testigos como para los almacenados con MA, en las tres variedades. En este período se desarrollaron alteraciones fisiológicas en la pulpa que afectaron a sectores que comprometía la epidermis y alrededor de la semilla pero con un daño muy pequeño en superficie. Al término de almacenaje los frutos no manifestaron un cambio de coloración, éste sólo se observó al mantener los frutos 7 días a temperatura ambiente.

En el último período de almacenaje se observó una coloración parda apagada e incluso gris amarillo apagado en los frutos sometidos a cualquier modificación atmosférica. Aquellos frutos almacenados en AN no mostraron esta sintomatología conservando la coloración natural de la variedad.

Estos cambios de color se deben a una reacción de pardeamiento enzimático, como señala Cheftel (1976), se considera que las polifenol oxidasas tienen como función originar la oxidación de diversos sustratos, esta oxidación puede ocurrir como final de la cadena metabólica respiratoria, de modo análogo al de la citocromo oxidasa. Se denomina pardeamiento enzimático la transformación, enzimática en sus primeras etapas, de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros.

El desarrollo de pardeamiento en la pulpa se encuentra muy relacionado con la actividad de la polifenol oxidasa y la elevada concentración de compuestos fenólicos en el mesocarpo de los frutos. Se observa además que este pardeamiento aumenta luego de retirados los frutos de almacenaje y permanecer 7 días a temperatura ambiente, ya que al aumentar la temperatura la velocidad de las reacciones metabólicas aumenta así como también la de las enzimas, como es el caso de la PFO.

El nivel de madurez no influyó en el cambio de coloración del mesocarpo. Sin duda los factores más importantes que determinaron en este estudio el cambio de coloración fue la MA y el tiempo de almacenaje. A medida que el tiempo de almacenaje se extendió el cambio de color de la pulpa fue más intenso, en todos los almacenaje con MA. El cambio de la atmósfera que rodea al fruto por otra más encarecida de O2 y elevada en CO2, provoca estos cambios en la coloración de la pulpa lo cual no se observa en frutos refrigerados en atmósfera normal.

5. CONCLUSIONES

Las modificaciones atmosféricas pueden extender el período de almacenamiento de los frutos en términos de deshidratación y pérdida de peso, sin embargo,, la mayores limitaciones que se presentan son el desarrollo de alteraciones fisiológicas cuando los niveles de O2 son muy bajos (menores al 1%) y las concentraciones de CO2 superan el 20%. Estas concentraciones de gases provocan una pérdida de calidad de los frutos reduciendo a la vez el tiempo de almacenaje en estas condiciones.

Los frutos de Hass, Gwen y Whitsell almacenados en atmósfera normal (AN) manifestaron un mejor comportamiento que aquellos sometidos a atmósfera modificada, en relación a la incidencia de desórdenes fisiológicos, alteraciones patológicas, cambio de coloración de la epidermis y mesocarpo, que en su conjunto son determinantes en la mayor o menor calidad de las paltas. En definitiva, estos problemas parecen ser desencadenados por situaciones de anoxia sufrida por los frutos al extender el período de almacenaje más allá de 12 días en estas condiciones.

Por consiguiente, las modificaciones atmosféricas son alternativas útiles para períodos de almacenamiento menores a 12 días, si se trabaja con concentraciones iniciales elevadas en CO2. Comparativamente con la refrigeración común o atmósfera normal, las pérdidas de peso en los frutos son significativamente menores con el uso de películas plásticas, así como también, la disminución en la firmeza de la pulpa.

Las elevadas concentraciones de CO2 acumuladas a través del tiempo en el interior del envase en atmósfera modificada, causan un efecto tóxico en los frutos los cuales, incluso pierden su capacidad de ablandamiento natural. Este suceso puede encontrarse relacionado con la mayor resistencia de la pulpa a la presión de los frutos almacenados bajo estas condiciones en comparación con la atmósfera normal, para periodos superiores a 21 días de almacenaje. Al mismo tiempo, altas concentraciones de CO2 tienen efecto fungistático, pero deben ser trabajadas en rangos no estresantes para los frutos, ya que provocan muerte celular lo cual constituye un sustrato fácilmente atacable por hongos luego de retirar los frutos de la atmósfera modificada.

El desarrollo de desórdenes fisiológicos que afectan la epidermis, mesocarpo y haces vasculares de los frutos es facilitado por ambientes anaeróbicos en la atmósfera que los rodea, provocando sofocamiento en los mismos. Por lo tanto, es importante tener una buena ventilación en la atmósfera adyacente a los frutos, tales como uso de películas plásticas con adecuada permeabilidad a los gases y/o moderadas concentraciones iniciales de CO2. El período de almacenaje y las concentraciones de CO2 son los dos factores más importantes en el desarrollo de los desórdenes fisiológicos, por el tiempo de exposición de los frutos a estas condiciones.

Por último, y a modo de propuesta, es necesario a través de más estudios en este sentido, determinar las concentraciones de O2 y CO2 adecuadas en relación a la permeabilidad de la película plástica usada, y al mismo tiempo, establecer las combinaciones óptimas en función de la reducción en la tasa respiratoria sin afectar la calidad de los frutos.

6. RESUMEN

Extender el período de almacenaje en paltas es una práctica necesaria cuando se pretende expandir la distribución del producto hacia mercados lejanos, y a través de esto regular la oferta y el precio interno. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de modificaciones atmosféricas sobre el período de almacenaje de palta Hass, Gwen y Whitsell producidas en Chile. Para ello se compararon dos sistemas de conservación: atmósfera normal y atmósfera modificada. En los dos sistemas se probaron dos niveles de madurez y tres períodos de almacenamiento, trabajando con la misma temperatura de guarda en los tres cultivares. La modificación atmosférica se logró con el uso de bolsas de polietileno y tres concentraciones iniciales de CO2 y O2 distintas.

Los frutos almacenados en atmósfera normal (testigos) manifestaron una mejor calidad, determinada por una menor incidencia de alteraciones fisiológicas, daño por patógenos y cambios de coloración del mesocarpo y epidermis, que los frutos almacenados con atmósfera modificada. Esta diferencia fue determinada por las altas concentraciones de dióxido de carbono trabajadas, las cuales desencadenaron los problemas señalados, relacionado a su vez al tiempo de exposición de los frutos a estas condiciones, ya que al extender el período de almacenaje las alteraciones que afectan la calidad de los frutos aumentan.

Los frutos almacenados en atmósfera modificada manifestaron pérdidas de peso menores que aquellos almacenados en atmósfera normal, al mismo tiempo, mostraron una mayor resistencia de la pulpa a la presión, parámetros de gran importancia en la obtención de una buena conservación de paltas. Sin embargo,, las mayor firmeza de la pulpa puede estar asociado a una pérdida de la capacidad de ablandamiento observada en los frutos, causada por sofocamiento.

El uso de modificaciones atmosféricas es una alternativa útil para períodos de almacenaje cortos, debido a que la acumulación de CO2 a través del tiempo puede llegar a niveles tóxicos para la especie, especialmente cuando se trabaja con concentraciones iniciales altas. Concentraciones superiores a 20% de CO2 y menores a 1% de O2 son nocivas. Al mismo tiempo contenidos de CO2 elevados tienen efecto fungistático, siempre y cuando no causen muerte celular. Es posible usar concentraciones iniciales elevadas de CO2 y bajas en O2 si la película plástica usada es lo suficientemente permeable a la difusión de los gases para alcanzar un equilibrio en rangos tales que no afecten la calidad de los frutos.

7. LITERATURA CITADA

ABASCAL,U. 1985. Catalogo de variedades de especies frutales. Estación Experimental La Platina, Santiago Chile. 199 p.

AKAMINE, E. and GOO, T. 1973. Respiration and ethylene production during ontogeny of fruit. J. Amer. Hort. Sci. 98(49:381-383.

BARMORE,R. and ROUSE, A. 1976. Pectinesterasa activity in controlled atmosphere stored avocados. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(3) 294-296.

BARRIENTOS, V. 1993. Efecto de distintas concentraciones 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. 74 p.

BERGER, H y GALLETI, J. 1987. Maduración de paltas y su conservación en almacenaje refrigerado. Rev. Aconex 16:5-7.

BERGER, H.; AUDA, C. y GONZALEZ, E. 1982. Almacenamiento de paltas cv. Fuerte y Hass en Atmósfera Controlada, Atmósfera modificada y Atmósfera normal. Simiente 52(1-2): 52-56.

BIALES, J. y YOUNG, R. 1962. Bioquímica de la maduración de los frutos. Endeavour 21:164-174.

BIALE, J y YOUNG, R. 1971. The avocado per in: Hulme, A.C. The biochemestry of fruits an their products. Acod. Press London and N.Y. pp 1-63 2V.

BOWER, J and CUTTING, J. 1988. Influence of abscisic acid on polyphenol oxidase browing potential in avocado. South African Journal Plant Soil. 5(1): 42-43.

----------. 1987. Avocado fruit development and ripening physiology. Citrus and Subtropical Fruit Research Institute California, University of California. 229-261.

CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid-España, Mundi Prensa. 249 p.

CARRILLO, C. 1991. Almacenaje de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte en Atmósfera Controlada. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 84 p.

CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja persistente. México. UTEHA 458 p.

CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H. 1976. Introducción a la Bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. II. Zaragoza, España. Acribia. 374 p.

CIREN CORFO. 1993. Catastro Frutícola V Región. Santiago. Chile. 247 p.

CLAYPOOL, L. 1975. Aspectos físicos del deterioro.: I Simposio sobre manejo, calidad y fisiología de postcosecha en frutos. Santiago, Universidad de Chile. AFRUCOOP. Publicaciones misceláneas N° 3:29-36.

CUTTING, J. y WOLSTENHOME, B. 1991. aturity effects on avocado postharvest physiology en fruit produced under coll enviromental conditions. South African Avocado Growers Association N° 14:24-26.

EAKS, I. 1976. Ripening, chilling injury, and respiratory response of "Hass" and "Fuerte" avocado fruits at 20°C following chilling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (5):538-540.

FERSINI, A. 1975. El cultivo del Aguacate. México, Diana. 248 p

FUNDACION CHILE. 1991. Producción mundial y avances en el manejo del cultivo de paltos. Agroeconómico 3:15-22.

FUNDACION CHILE. 1993. Manual del exportador Hortofrutícola:Actualización. Santiago, Chile 48p.

GARDIAZABAL, F. 1990. Variedades e implantación, p.C14-17. In: Curso Internacional Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar. Chile 145.

GARDIAZABAL, F. 1994. Una visión global: producción mundial de paltas. Empresa y Avance Agrícola 31: 6-9 (Jul)

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del Palto. Quillota, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 201 p.

GWEN GROWER ASOC. 1990/91. Gwen information Pamphet. p1-2. In: The Gwen Avocado, a primer for intested Growers Escondio California. EEUU. 40 p.

GONZALEZ, E. 1979. Conservación de paltas Fuerte y Hass mediante atmósfera controlada, atmósfera modificada y atmósfera normal. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 85 p.

HERRERO, A. y GUARDIA, J. 1992. Conservación de frutos: manual técnico. Madrid España, Ediciones Mundi Prensa.409 p.

HODSWORTH, S. 1988. Conservación de frutas y hortalizas. Madrid, Acribia. 367 p.

IBAR, L. 1979. Cultivo del Aguacate, Chirimoyo, Mango y Papayo. Barcelona, Aedos. 117 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1991. Estadísticas agropecuarias año agrícola 1990/91. 60 p.

KADER, A.H. 1985. Modified Atmospheres and Low-presure systems during transport and storage. In_: Postharvest, Technology of Horticultural crops. Cooperative Extension University of California. Revision of Agriculture and Natural Resourse Special Publication 3311 pp 58-64.

KADER, A.A. 1992. Modified atmosphere during transport and storage. Postharvest Technology of Horticultural crops. University of Cañifornia. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. 296 p.

KOSIYACHINDA, S. and YOUNG, R. 1976. Chilling sensitivity of avocado fruit at different storage of respiratory climacteric. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (6): 665-667.

LATORRE, F. 1993. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cultivares Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 78 p.

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

MAIBBE, A. 1993. Efecto de una cobertura de ceras naturales y un ester de sacarosa, sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas cv. Fuerte en distintos niveles de madurez. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 85 p.

MARTIN, G. y BERGH, B. 1989. Gwen as a comercial variety. Rev. California Grower. 13(6): 6 (Jun).

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. 78 p.

MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Negra de La Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83 p.

ORTEGA, R. 1977. Factores de calidad en el manejo de la selección de paltos. II Simposio sobre manejo, calidad y fisiología de postcosecha de frutas. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 12 :127-132 p.

ÖZELKÖ, S.I. and ROMANI, R.I. 1975. Ripening and *in vitro* retención of respiratory control by avocado and pear mitochondria. Plant Physiology 56: 239-244.

PANORAMA ECONOMICO DE LA FRUTICULTURA. 1992. Santiago, Pro-Chile Universidad Católica de Chile. pp 5-8.

PANORAMA ECONOMICA DE LA AGRICULTURA. 1990. Rentabilidad del Palto de Exportación. 73:13-17.

REID, M. 1992. Maturation an maturity indices. *In* : Kader,A. ed. Postharvest Technology of horticultural crops. 2a. ed. California, Universidad of California. pp 21-28.

ROSENBERG, G. 1990. La industria del palto en Chile, producción y perspectivas. Curso Internacinal: Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltos, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía 89 p.

RYALL, A. and PENTZER, U. 1974. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Westport, AVI 545 p.

SLABBERT, M and VELDMAN, G. 1984. The influence of modified atmosphere storage on the quality of "Fuerte" avocado fruit. South African Avocado Growers Association. N°7: 10-14.

SPALDING, D.H. and REEDER, W.F. 1974. Low-oxigen High-carbon dioxide controlled atmosphere storage for control atracnose and chilling injury of avocado. Phytopathology 665: 458-460.

SPALDING, D.H. and MAROUSKY, F. 1981. INjury to avocado insufficient oxigen and excesive carbon dioxide durin transit. Proc. Flo. State Hort. Soc. 94:299-301.

SWARTS, D.H. 1984. Postharvest problems of avocados - let`s talk the same lenguage. South African Avocado Growers Association. N°7: 15-19.

TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cultivar Hass, para la zona de Quillota, V región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.

TRUTER; CALITZ; CUTTING and BOWER. 1992. Effect at atmosphere modification on internal physiological browing of "Fuerte" avocado. Proc of Second World Avocado Congress pp 457-462.

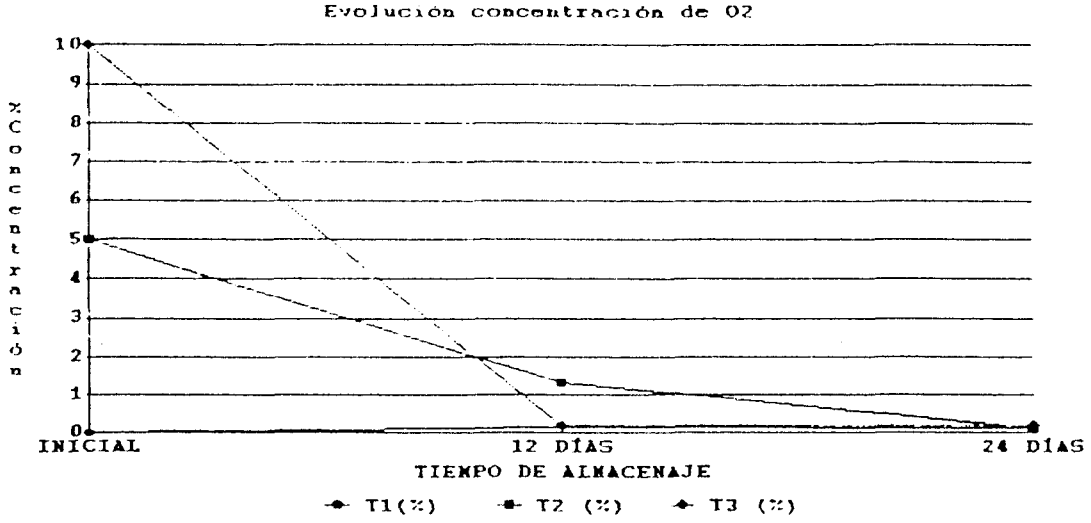
VALDIVIESO, V. 1987. Efecto del encerado y ac. giberélico sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas con distintos estados de madurez. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía 100 p.

VAN LELYVELD, L.J. 1984. Summary of report on an investigation into physiological Disorders of avocados. South African Growers Association. N°7: 67.

VASQUEZ, J. 1975. Comportamiento durante el almacenamiento en frío de algunas variedades de Aguacate en Guatemala. Proc. Trop. Region ASHS (Guatemala).

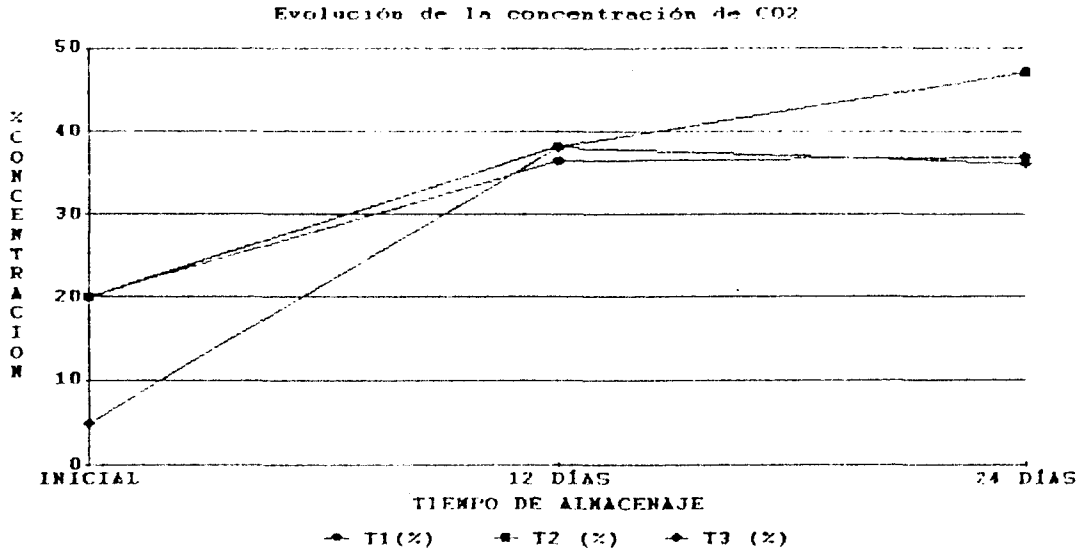
VAUGHN, K.C. and DUKE, S.D. 1984. Tentoxin stops the processing of polyphenol oxidase into an active protein. Physiol. Plant., 60: 257-261.

ANEXO 1



Evolución de la concentración de O2 a través del tiempo, en el interior de la bolsa de polietileno que contenía los frutos de Hass , para las tres modificaciones atmosféricas a las que fueron sometidos. Las paltas fueron cosechadas con 14 a 16% de aceite (M2), y almacenadas con tres alteraciones gasosas iniciales T1= 20% CO2 + 0% O2, T2= 20% CO2 + 5% O2 y T3= 5% CO2 + 10% O2.

ANEXO 2



Evolución de la concentración de CO2 a través de dos períodos de almacenaje, 12 y 24 días, en frutos del cv. Hass cosechados con 14 a 16% de aceite (M2) y almacenados en tres modificaciones atmosféricas diferentes. Concentraciones de gases iniciales: T1= 20% CO2 + 0% O2, T2= 20% CO2 + 5% O2 y T3= 5% CO2 + 10% O2.

ANEXO 3

CUADRO 1. Concentraciones de gases medidas al inicio y al término de dos periodos de almacenaje en atmósfera modificada (12 y 24 días) en frutos de Hass cosechados con 14 a 15% de aceite y empacados en bolsas de polietileno previo al almacenaje.

		TIEMPO DE ALMACENAJE		
		INICIAL	12 DÍAS	24 DÍAS
CONCENTRACION 1	CO2	20,703	36,505	36,976
	O2	0,137	0,168	0,11
	N2	79,081	63,900	63,396
CONCENTRACION 2	CO2	20,428	38,303	47059
	O2	5,007	1,319	0,119
	N2	74,45	60,675	54,017
CONCENTRACION 3	CO2	5,034	38,058	36,192
	O2	9,832	0,198	0,208
	N2	84,104	62,407	64,473

ANEXO 4

Efecto del Nivel de Madurez sobre la Resistencia de la pulpa a la presión de palta Hass, Gwen y Whitsell sometida a tres periodos de almacenaje distinto y considerando almacenaje en atmósfera normal (AN) y tres modificaciones atmosféricas (MA).

	Resistencia de la pulpa a la presión promedio (lb)		
Nivel de madurez	Hass	Gwen	Whitsell
Madurez 1	24,15 a	24,31 a	24,21 a
Madurez 2	24,07 a	24,19 a	24,10 b

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según test de Tukey para un nivel de significancia de P=0,05

ANEXO 5

CUADRO 1.Clasificación del promedio de daño patológico en frutos de Hass tratados con diferentes concentraciones gaseosas y distintos periodos de almacenaje. Mantenidos siete días a temperatura ambiente.

	Tramiento	Daños externos			Pudrición basal		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3
Madurez 1	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 - 0% O2	1,00	2,75	4,50	1,00	4,50	4,75
	20% CO2 - 5% O2	1,00	2,50	4,75	1,00	4,25	5,75
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,25	5,75	1,00	4,00	5,50
Madurez 2	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	2,25	4,25	1,00	3,25	5,75
	20% CO2 + 5% O2	1,00	2,50	5,00	1,00	4,00	6,00
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,50	4,75	1,00	4,50	5,75

CUADRO 2.Clasificación del promedio de daño patológico en frutos de Gwen tratados con diferentes concentraciones gaseosas y distintos periodos de almacenaje Mantenidos siete días a temperatura ambiente

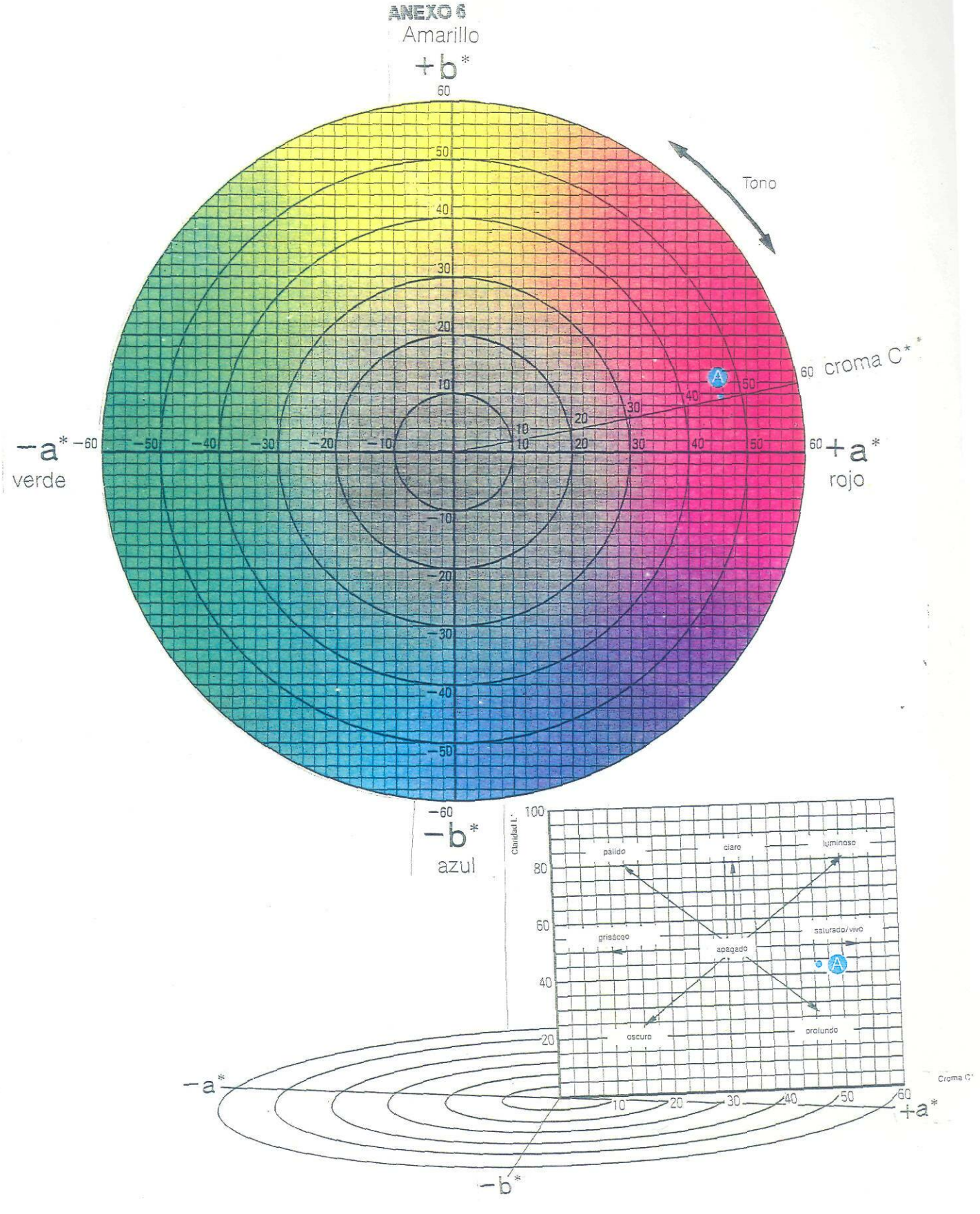
	Tramiento	Daños externos			Pudrición basal		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3
Madurez 1	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	2,75	3,25	1,00	3,50	4,75
	20% CO2 + 5% O2	1,00	1,50	3,75	1,00	3,75	5,50
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,00	4,25	1,00	2,75	4,00
Madurez 2	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	2,25	3,00	1,00	3,75	4,74
	20% CO2 + 5% O2	1,00	2,00	3,50	1,00	2,75	4,75
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,75	4,00	1,00	3,25	4,50

CUADRO 3.Clasificación del promedio de daño patológico en frutos de Whitsell tratados con diferentes concentraciones gaseosas y distintos periodos de almacenaje Mantenidos siete días a temperatura ambiente

	Tramiento	Daños externos			Pudrición basal		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3
Madurez 1	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	2,25	4,25	1,00	3,50	5,00
	20% CO2 + 5% O2	1,00	1,75	3,75	1,00	3,75	4,75
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,75	4,00	1,00	4,00	5,00
Madurez 2	Atmósfera Normal (testigo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20% CO2 + 0% O2	1,00	2,25	4,50	1,00	3,00	4,50
	20% CO2 + 5% O2	1,00	2,00	4,00	1,00	4,00	5,25
	5% CO2 + 10% O2	1,00	2,75	4,25	1,00	3,25	4,75

La escala de intensidad de daño patológico usada en el ensayo posee la siguiente clasificación: 1= 0% de daño en fruto (sano), 2= 1% daño en fruto (incipiente), 3= 1-5% daño en fruto (muy leve), 4= 5-10% daño en fruto (moderado), 5= 10-30% daño en fruto (severo), 6= más de 30% de daño en fruto (muy severo)

ANEXO 6


Amarillo
+b*
60
50
40
30
20
10
Tono
croma C*
60
50
40
30
20
10
A
−a* −60
−50
−40
−30
−20
−10
10
20
30
40
50
60 +a*
verde
rojo
−10
−20
−30
−40
−50
−60
−b*
azul
Claridad L*
100
80
60
40
20
pálido
claro
luminoso
grisáceo
apagado
saturado/vivo
oscuro
profundo
A
−a*
10
20
30
40
50
60
+a*
Croma C*
−b*

CUADRO 1 Color de la epidermis en frutos de palta Hass almacenados en refrigeración común v/s Modificación atmosférica para distintos períodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Madurez 1	0,03% CO2 + 21% O2	38,1	-13,7	21,5	25,5	33,9	-10,4	13,4	14,8	35,3	-10,2	13,6	17,0
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	35,8	-0,1	11,9	11,9	35,6	0,4	15,4	15,4	35,6	2,2	13,7	13,9
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	36,7	-1,9	14,6	14,7	33,3	0,8	13,1	13,1	33,9	6,1	14,4	15,6
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	33,3	-2,9	10,6	11,0	33,4	1,0	11,3	11,3	29,1	3,6	4,4	5,7
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
Madurez 2	0,03% CO2 + 21% O2	35,5	-10,4	13,6	17,1	34,7	-11,4	19,6	22,7	31,1	-8,8	13,5	16,1
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	35,3	-2,6	12,4	12,7	37,1	-1,0	18,7	18,7	28,7	3,4	10,1	10,6
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	37,1	-4,5	15,3	15,9	34,3	3,4	10,1	10,6	33,6	6,3	12,1	12,1
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	34,1	0,5	11,8	11,8	35,6	2,6	12,4	12,7	28,5	2,3	3,3	4,0
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			

CUADRO 2 Color de la epidermis en frutos de palta Gwen almacenados en refrigeración común v/s Modificación atmosférica para distintos períodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Madurez 1	0,03% CO2 + 21% O2	37,5	-11,5	15,2	19,1	34,9	-13,4	21,1	25,0	36,7	-11,2	21,8	24,5
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	29,3	-2,9	10,6	11,0	33,6	-0,4	10,3	10,3	29,4	4,0	4,2	5,8
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	38,8	-12,2	11,6	16,8	30,8	0,1	10,5	10,5	28,8	4,2	4,5	6,2
		VERDE OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	36,9	-11,2	16,6		34,3	-0,2	11,4	11,4	29,2	3,9	4,6	6,0
		VERDE OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
Madurez 2	0,03% CO2 + 21% O2	38,4	-9,8	16,8		37,9	-11,4	21,0	23,9	39,2	-11,7	19,2	22,5
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	34,3	-0,2	11,4	11,4	27,7	1,9	2,0	2,8	29,2	4,9	4,7	6,8
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	41,7	-12,4	18,8		44,5	-11,8	18,0	21,4	29,6	4,1	3,9	5,7
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	33,6	-0,4	10,3	10,3	28,9	1,6	2,7	3,1	29,2	3,9	4,6	6,0
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			

ANEXO 7

CUADRO 1 Color de la epidermis en frutos de palta Whitsell almacenados en refrigeración común v/s Modificación atmosférica para distintos períodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Madurez 1	0,03% CO2 + 21% O2	74,5	-5,7	42,1	42,5	79,7	-6,3	39,6	39,6	80,9	-7,4	38,7	39,4
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	78,0	-7,4	39,6	40,3	68,6	-5,6	39,6	40,0	78,6	-6,0	35,6	36,1
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
	20% CO2 + 5% O2	77,8	-7,0	38,8	37,4	71,9	-3,2	43,2	43,3	76,8	-6,4	36,0	36,6
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
	5% CO2 + 10% O2	77,8	-8,1	40,9	41,7	71,9	-3,2	43,2	43,3	78,0	-8,3	35,9	36,8
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
Madurez 2	0,03% CO2 + 21% O2	77,7	-9,8	42,0	43,1	68,2	-5,4	38,2	38,6	78,6	-8,9	43,1	14,3
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	78,2	-7,7	41,8	42,5	71,0	-4,5	40,6	40,8	76,6	-6,9	34,2	34,9
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
	20% CO2 + 5% O2	80,8	-6,5	40,9	41,4	67,9	-3,4	40,3	40,4	79,3	-6,0	36,0	36,5
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
	5% CO2 + 10% O2	76,8	-10,7	46,9	48,1	70,5	-5,3	41,3	41,6	79,6	-6,7	35,8	36,4
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			

ANEXO 8

CUADRO 1 Color de la epidermis en frutos de palta Hass almacenados en refrigeración común v/s Modificación atmosférica para distintos períodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Madurez 1	0,03% CO2 + 21% O2	75,4	-7,5	46,6	47,2	76,6	-7,2	48,8	49,1	72,8	-7,6	41,3	42,0
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	77,8	-8,1	40,9	41,7	78,7	-6,0	38,9	39,4	53,6	3,1	24,3	24,5
		AMARILLO VERDE LUMINOS				AMARILLO LUMINOSO				GRIS-AMARILLO APAGADO			
	20% CO2 + 5% O2	74,8	-13,6	44,9	46,9	66,1	-0,7	33,8	33,8	54,6	1,5	26,8	26,8
		AMARILLO LUMINOS				AMARILLO-GRIS APAGADO				GRIS-AMARILLO APAGADO			
	5% CO2 + 10% O2	79,8	-7,2	41,9	42,5	66,9	1,1	37,8	37,8	49,2	1,7	23,0	23,1
		AMARILLO LUMINOS				AMARILLO-GRIS APAGADO				GRIS-AMARILLO APAGADO			
Madurez 2	0,03% CO2 + 21% O2	74,2	-8,0	45,9	46,6	75,4	-8,0	46,0	46,7	73,7	-8,8	39,3	40,3
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	77,7	-9,8	42,0	43,0	77,8	-9,3	37,3	38,8	61,7	0,8	34,0	34,0
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	20% CO2 + 5% O2	77,5	-10,3	41,7	42,9	71,2	-4,0	38,1	36,1	59,9	0,3	28,0	28,0
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO CLARO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	5% CO2 + 10% O2	78,5	-6,8	41,0	41,5	68,1	-0,6	36,1	36,1	53,7	2,3	27,0	4,0
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO				AMARILLO-GRIS APAGADO			

CUADRO 2 Color de la epidermis en frutos de palta Gwen almacenados en refrigeracion común v/s Modificación atmosférica para distintos períodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Madurez 1	0,03% CO2 + 21% O2	75,8	-6,1	44,1	44,5	75,3	-5,6	44,4	44,8	74,8	-7,7	42,1	42,8
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	77,7	-8,1	41,4	42,1	77,8	-9,3	37,7	38,8	48,1	2,7	21,8	21,9
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	20% CO2 + 5% O2	78,0	42,2	44,6	46,2	77,4	-7,3	41,0	41,6	54,4	3,1	23,6	6,2
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	5% CO2 + 10% O2	75,5	-3,5	44,1	44,2	72,5	-7,8	41,3	42,0	73,7	-3,6	37,9	38,1
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS CLARO			
Madurez 2	0,03% CO2 + 21% O2	75,4	-9,6	39,8	40,9	78,3	-8,4	38,5	39,4	78,1	-7,9	38,7	39,5
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO			
	20% CO2 + 0% O2	74,7	-12,0	41,3	43,0	74,4	-11,8	38,8	40,6	56,6	2,0	24,6	24,7
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	20% CO2 + 5% O2	76,4	-6,9	37,9	38,5	71,9	-10,8	43,2	44,5	51,7	3,2	22,7	23,0
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			
	5% CO2 + 10% O2	71,8	-12,7	39,5	41,5	74,5	-12,7	40,5	42,4	50,2	-2,1	22,4	22,5
		AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO LUMINOSO				AMARILLO-GRIS APAGADO			

ANEXO 9

ANEXO 10

CUADRO 1 Color de la epidermis en frutos de palta Whitsell almacenados en refrigeración comun v/s Modificación atmosférica para distintos periodos de Almacenaje

		12 días de Almacenaje				24 días de Almacenaje				36 días de Almacenaje			
		L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c	L*	a*	b*	c
Naturez 1	0,03% CO2 + 21% O2	28,8	-7,7	10,5	13,0	28,3	-8,5	11,1	14,0	28,0	-7,3	10,7	13,0
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	35,5	-4,7	16,2	16,9	26,8	-2,3	7,7	8,0	27,1	2,1	6,8	7,1
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	34,7	-4,2	14,3	14,9	27,9	-3,5	8,5	9,2	30,1	4,7	10,1	11,1
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	27,9	-2,9	8,7	12,2	36,2	-1,7	14,0	14,1	30,4	3,9	11,1	11,8
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
Naturez 2	0,03% CO2 + 21% O2	31,5	-8,7	9,5	12,9	30,9	-10,3	8,1	13,1	29,2	-8,3	11,6	14,3
		VERDE OSCURO				VERDE OSCURO				VERDE OSCURO			
	20% CO2 + 0% O2	29,4	-2,4	10,3	10,6	28,0	1,4	4,0	4,2	30,1	1,9	8,0	8,2
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	20% CO2 + 5% O2	28,6	-4,4	9,5	10,5	30,4	0,7	5,7	5,7	28,3	1,9	8,0	8,2
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			
	5% CO2 + 10% O2	30,4	-5,1	10,7	11,9	31,1	-2,8	13,3	13,6	29,3	1,6	4,7	5,0
		PARDO OSCURO				PARDO OSCURO				PARDO-GRIS OSCURO			