

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**COMPORTAMIENTO DE FRUTOS DE
PALTO (*Persea americana* Mill.) var. HASS
EN ATMÓSFERA MODIFICADA**

JUAN ALEJANDRO HASFURA BASCUÑÁN

SANTIAGO - CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**COMPORTAMIENTO DE FRUTOS DE
PALTO (*Persea americana* Mill.) var. HASS
EN ATMÓSFERA MODIFICADA**

**BEHAVIOUR OF AVOCADO
FRUIT (*Persea americana* Mill.) var. HASS
UNDER MODIFIED ATMOSPHERE**

JUAN ALEJANDRO HASFURA BASCUÑÁN

SANTIAGO - CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**COMPORTAMIENTO DE FRUTOS DE
PALTO (*Persea americana* Mill.) var. HASS
EN ATMÓSFERA MODIFICADA**

Memoria para optar al Título Profesional de:
Ingeniero Agrónomo.
Mención: Fruticultura.

JUAN ALEJANDRO HASFURA BASCUÑÁN

Profesor Guía	Calificaciones
Sr. Luis Luchsinger L. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,4
Profesores Evaluadores	
Sr. Víctor Escalona C. Ingeniero Agrónomo, Dr. Sc. Agr.	6,5
Sr. Jaime Araya C. Ingeniero Agrónomo, MS., Ph.D.	6,6
Colaborador	
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, MS.	

Santiago, Chile
2011

A mis padres y esposa por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi profesor guía Luis Luchsinger por sus invaluable consejos y ayuda durante este largo proceso de investigación.

Al proyecto de investigación FONTEC-CORFO: “Mejoramiento de la condición de la fruta y disminución del costo operacional a través del uso de atmósfera modificada (AM) en el transporte marítimo de paltas de exportación” por proporcionar financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

A mis profesores evaluadores Víctor Escalona y Jaime Araya por el tiempo y conocimiento compartido durante el desarrollo de esta investigación.

A CEPOC y al departamento de Agroindustria y Enología de la Universidad de Chile por la colaboración prestada en la parte experimental.

A John Fell, por la colaboración prestada en la ejecución experimental de esta investigación

A los profesores Ljubica Galleti y Horst Berger por su ayuda y consejos durante el desarrollo esta memoria.

A todos mis compañeros tesisistas por su ayuda durante las evaluaciones.

En especial a mis padres y hermanos, quienes nunca han perdido la fe en mí.

Y finalmente a mi esposa, Alejandra, sin ella llegar a este momento hubiera sido imposible.

INDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	6
Objetivos.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar de estudio.....	7
Materiales.....	7
Frutos de palto	7
Película plástica.....	7
Selladora de bolsas	9
Metodología	10
Ensayo 1	10
Ensayo 2	11
Parámetros evaluados en Ensayos 1 y 2.....	12
Contenido de aceite	12
Peso Seco.....	12
Pérdida de peso.....	13
Color externo y de pulpa	13
Resistencia de la pulpa a la presión.....	13
Pudriciones	14
Desórdenes fisiológicos.....	14
Apariencia y aceptabilidad	15
Ensayo 3	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
Ensayo 1 y 2.....	18
Medición de gases dentro de las bolsas.....	18
Contenido de aceite y peso seco.....	20
Pérdida de Peso	21
Color externo y de pulpa	25
Resistencia de la pulpa a la presión.....	35
Pudriciones	35

Desórdenes fisiológicos.....	35
Apariencia y aceptabilidad	39
Ensayo 3.....	42
CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXO I.....	48
ANEXO II	49
APÉNDICE I.....	51
APÉNDICE II	52
APÉNDICE III.....	54
APÉNDICE IV.....	56

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método fácil y económico para incrementar la conservación de postcosecha en fruta de palto var. Hass. Para ello se implementó el sistema de atmósfera modificada (AM) pasiva mediante el uso de un envase plástico semipermeable a los gases para así obtener la combinación de CO₂ y O₂ adecuada que permita prolongar la vida de postcosecha de paltas. La frutas fue almacenada a 5°C durante de 21 y 42 días. En estos frutos se evaluó el color y firmeza (apta para consumo) a salida de frío y a medida que fuera madurando a 20°C, simulando condiciones comerciales de maduración. Se utilizaron frutas con 2 estados de madurez (fechas de cosecha, agosto y diciembre).

Los parámetros evaluados fueron contenido de humedad, contenido de aceite, resistencia de la pulpa a la presión, período de maduración y cambio de color de cubrimiento (días), color (luminosidad, tono y saturación) de epicarpio y mesocarpio (piel y pulpa), pérdida de peso, pudriciones, desórdenes fisiológicos, aceptabilidad y apariencia.

La AM pasiva al utilizar películas plásticas con una permeabilidad superior a 9.000 mL·m⁻²·día⁻¹ demostró ser un buen método de conservación de los frutos, logrando mantener niveles de CO₂ entre 4 y 5% y entre 2 y 4% de O₂, logrando así disminuir la incidencia de desórdenes fisiológicos como pardeamiento y aparición de fibras en la pulpa, retardar el viraje de color, mantener la firmeza de la fruta y disminuir la pérdida de peso durante el almacenamiento en frío. Además esta técnica mantuvo el color interno (epicarpio y mesocarpio), la aceptabilidad y apariencia de los frutos maduros. La técnica de AM fue fácil de implementar en una línea de embalaje. Se logró mantener estable la concentración de gases y una humedad relativa de 95% durante todo el tiempo de almacenamiento en frío a 5°C. Además al ser un sistema que es caja a caja, posibilita manejar la oferta al permitir graduar el volumen de fruta puesta a la venta.

PALABRAS CLAVES

Palta, *Persea americana*, atmósfera modificada, almacenaje, postcosecha

SUMMARY

The objective of this project was to develop a low cost and easy method to increase the time in storage of Hass variety avocados. In order to achieve a passive modified atmosphere (MA) environment was created using a semi-permeable to gas plastic container which provided the required combination of CO₂ y O₂ in order to lengthen the lifespan of the avocados. The fruit was stored at 5°C during 21 and 42 days. The color and firmness (eating quality) of the fruit was assessed on removing it from cold storage and whilst it matured up to 20°C, thus simulating standard commercial maturing processes. Fruits in two different mature states were used (harvest dates, august and december).

The parameters that were evaluated were humidity level, oil content, firmness, maturity period, as well as color change of the skin (in days), color in general (luminosity, tone and saturation) of both the skin and fruit, weight loss, level of decay, physiological disorders and general appearance and aptness.

The passive MA achieved by using plastic with a permeability over 9.000 mL·m⁻²·día⁻¹ was proven to be an efficient method of fruit conservation, managing to maintain CO₂ levels between 4 and 5% and 2 to 4% of O₂, thus achieving a reduction in physiological disorders including internal flesh browning and the appearance of fibers in the fruit, a delay in skin color changes, maintaining the firmness of the fruit and reducing weight loss during cold storage. Additionally this technique allowed for the preservation of fruit color and the general acceptability and appearance of the mature fruit. The MA technique was easy to implement in a packing line and cheaper than using CA containers. In addition the level of gas concentration was maintained stable as well as a level of 95% relative humidity during cold storage at 5°C. In addition as this system is box by box, it allows for supply regulation as it is possible to control the amount of fruit that is ready for market.

KEYWORDS

Avocado, *Persea americana*, modified atmosphere, storage, postharvest

INTRODUCCIÓN

El palto, *Persea americana* Mill., es uno de los frutales con el mayor aumento de superficie en Chile, pasando de 3.400 ha en 1965 a una superficie estimada total al año 2010 de 34.057 ha (ODEPA, 2011). Según el último censo agropecuario del año 2007, las principales variedades de palto cultivadas en el país, corresponden a Fuerte, Negra de La Cruz, Bacon y Hass, siendo esta última la de mayor importancia de cultivo, con el 67% del total nacional (ODEPA, 2009).

La superficie de cultivo se encuentra distribuida principalmente entre la Región de Valparaíso, con un 55,8%, seguida por la Región Metropolitana, con 18,1%, y la Región de Coquimbo, con 17,4%. Esta última ha ido incrementando en forma paulatina su participación en el total nacional, al incorporar nuevas tecnologías de riego y de plantación (ODEPA, 2009).

La variedad Hass es sensible a heladas, cargadora y precoz, además de poseer una muy buena productividad. Su floración se produce desde mediados o hacia fines de primavera, durando tres meses, madurando el fruto entre los meses de septiembre a marzo (Razeto, 1996). Esto permite su exportación como fruta fresca en contra estación al hemisferio norte, alcanzando el año 2010 un volumen total de 107.922 toneladas, siendo los principales destinos EE.UU con un 60% y Europa con un 31% (ODEPA, 2011).

La exportación de la palta se realiza casi exclusivamente por vía marítima, con un tiempo de tránsito de 25 a 35 días en el caso de Europa y 15 a 20 días, tratándose de EE.UU. (Berger y Galleti, 1987). Este período de traslado y almacenaje, resulta crítico en la maduración de la fruta, ya que ésta presenta una mayor susceptibilidad a la deshidratación, a alteraciones fisiológicas como el pardeamiento del mesocarpio (Lizana et al., 1992; Corrales-García et al., 1999) y del exocarpio (Gil, 2001) y a no desarrollar las cualidades de sabor y aroma característicos de cada variedad (Auda, 1980). Esto justifica un adecuado control de las condiciones y sistema de almacenaje, que permitan llegar a destino con la fruta en un óptimo estado de maduración (Berger y Galleti, 1987).

Para llegar con un óptimo estado de maduración a los mercados de destino, se debe controlar la tasa respiratoria (TR) y la pérdida de peso del fruto, ambos factores inciden de forma importante en la apariencia de éste (Auda, 1980; Luza, 1981). La TR del fruto se ve determinada por la temperatura durante el almacenaje y el uso de almacenaje en ambientes de atmósfera controlada (AC) y atmósfera modificada (AM) (Kosiyachinda y Young, 1976). A su vez, la pérdida de peso, producto de la deshidratación, está determinada por la temperatura, la humedad relativa (HR) y la presión atmosférica (PA) (Gil, 2001).

Con respecto a la TR es importante conocer como la fruta se comporta en el proceso de maduración. La palta es climatérica, lo que implica un alza en su tasa de respiración de hasta cuatro veces (clímax), momento que precede al ablandamiento y a la maduración y es requisito para estos procesos. El clímax respiratorio es característico de cada variedad. Este no suele ocurrir a temperaturas muy bajas (menos de 5°C) ni tampoco muy altas (sobre 30°C) (Gil, 2001). En el caso de la variedad Hass, el clímax respiratorio aumenta a medida que la temperatura se incrementa de 20 a 35 °C y no se observa en fruta mantenida a 40°C (Eaks, 1978). El tiempo de madurez, es de 6 días a los 20°C; 5 días a los 25°C; 4 días a los 30°C y de 4 días a los 35°C (Eaks, 1978). Por lo tanto, el manejo de temperatura afecta directamente la maduración de la

palta, lo que se busca comprobar en este estudio midiendo la TR de la variedad Hass a diferentes temperaturas (5, 10 y 20°C).

Con el almacenamiento refrigerado y un buen control de temperatura, se pueden retardar los fenómenos degradatorios para lograr una mayor duración, manteniendo la calidad de la fruta. Además se inhibe o disminuye el desarrollo de hongos y reduce la deshidratación en postcosecha (Auda, 1980). Se considera que las temperaturas que se deberían usar para prolongar la vida en almacenaje de la palta se ven limitadas por el daño por frío. Entre los síntomas de daño por frío en paltas destacan: dificultad para madurar, ablandamiento de la pulpa y la aparición de desórdenes fisiológicos como daños severos en la epidermis (manchas oscuras), pardeamiento de fibras y de la pulpa (Berger y Galleti, 1987; Kader, 2002). El almacenaje óptimo para la palta varía desde 4,4°C a 12,8°C, dependiendo de la variedad (Lutz y Hardenburg, 1968). En el caso de palta Hass, para obtener una fruta de buena calidad y sin daños, se ha encontrado que esta podría almacenarse desde los 4 hasta los 7°C, sin exceder los 28 días de almacenamiento (Dixon et al., 2003) o bien, a 7°C hasta 35 días, más 3 días a temperatura ambiente (Berger et al., 1978).

Con respecto a la pérdida de peso por deshidratación, esta se produce cuando el vapor de agua se mueve desde los espacios internos de la fruta (alta presión de vapor y HR) hacia la atmósfera (baja presión de vapor y HR). Esto es consecuencia de que la fruta se encuentre a una temperatura más elevada que el medio o a que la HR del medio es baja (menor a la de la fruta). Es así, que si se mantiene una HR alta (cercana al 100%) y una temperatura equivalente en la fruta y la atmósfera, no debiese existir pérdida de peso (Gil, 2001). La HR, juega un rol fundamental, sobre todo en las cámaras frigoríficas, donde por lo general, es demasiado baja para un almacenaje prolongado. La pérdida de un 5% de peso en la fruta, resulta en una apariencia poco atractiva, disminuyendo su valor económico en el mercado (Claypool, 1975) y una leve deshidratación, puede causar aceleración de la maduración especialmente en paltas, lo que se relaciona con una síntesis de etileno (Adato y Gazit, 1974) y un aumento de la TR (Biale, 1960).

Para optimizar la calidad final de los frutos, adicional a la refrigeración y en forma conjunta al manejo de temperatura y HR, se puede modificar la concentración de O₂, CO₂, C₂H₄ y otros gases (Artés, 2006). Cuando los gases de la atmósfera son modificados (eliminados o adicionados) y controlados en una cámara estanca, hablamos de AC. Cuando la modificación de la atmósfera se consigue envasando el producto refrigerado herméticamente en un film plástico de permeabilidad selectiva, hablamos de AM (Artés, 2006). En la AC las concentraciones de gases y vapor de agua se logran con equipos especiales que mantienen constante la composición atmosférica. En el caso de la AM, la concentración de gases atmosféricos deseada es lograda por la interacción entre la respiración de la fruta, la permeabilidad del plástico y la atmósfera externa, aunque se puede acelerar creando un vacío parcial e inyectando N₂ u otra mezcla gaseosa para sustituir el aire del espacio previo cierre hermético (Artés, 2006).

Dentro de las ventajas de la modificación de la atmósfera (AC y AM), se observan un retardo del ablandamiento y cambios de color, una disminución de la respiración y producción de etileno, una reducción de los daños por frío y una mantención de la palta Hass en buenas condiciones de hasta por 9 semanas (Kader, 1994; Kader y Arpaia, 2011). La AM es ambientalmente sostenible, más flexible y económica que la AC, aplicable a pequeños volúmenes y consigue los mismos beneficios que la AC (Artés, 2006), mejora enormemente la retención de humedad, que puede tener una mayor influencia en la calidad de la preservación de los niveles de O₂ y CO₂. Además,

el embalaje aísla el producto del ambiente externo y contribuye a asegurar las condiciones que, si no es estéril, por lo menos reduce la exposición a agentes patógenos y contaminantes (Mangaraj et al., 2009).

En la AM la alteración de la atmósfera interna en un envase plástico está controlada por muchos factores, como la naturaleza y espesor del polímero así como el sellado de la bolsa, cantidad, tipo y madurez del producto que determinaran la TR, además de factores externos como la temperatura de envasado y HR de conservación (Kader, 1986; Schlimme, 1995; Cameron et al., 1995).

Las características deseables del envase plástico dependerán de la TR de los frutos, la temperatura de almacenamiento y de la concentración deseada de O₂ y CO₂ (Kader, 1986; Mangaraj et al., 2009). Algunos de los principales factores a tener en cuenta durante la selección de los materiales de embalaje son: las propiedades de barrera (la permeabilidad a los distintos gases), las propiedades físicas de mecanizado, la fuerza, claridad y durabilidad del material y la tasa de transmisión del vapor de agua (Mangaraj et al., 2009). Actualmente existe una gran gama de films para embalaje: poliolefina (termino colectivo para el polietileno y polipropileno), polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, cloruro de polivinilo, acetato de etilo Vinilo (EVA), entre otros, cuyas características son variadas (Anexo 1).

En el caso de la palta, para la obtención de buenos resultados durante almacenamiento, se recomienda concentraciones de O₂ y CO₂ de 2-5% y 3-10% respectivamente, en un rango de temperatura de 5-13°C y una HR del 90-95% (Kader, 2001). De acuerdo a resultados sudafricanos, en frutos de variedad Hass y Fuerte, las concentraciones son de 2% de O₂ y 10% de CO₂ a 5,5°C (Eksteen y Truter, 1985). A su vez en Chile, en variedad Fuerte, se ha mantenido almacenadas en óptimas condiciones en concentraciones de 5% de O₂ + 10%CO₂ y 3% de O₂ + 10%CO₂ por 32 días (Carrillo, 1991). Consultadas algunas empresas del rubro del transporte de frutas en atmósfera controladas indican que en general para Chile se ocupan concentraciones entre 8 a 10% de O₂ y 6 a 10% CO₂ al realizar envíos en contenedores refrigerados con atmósfera controlada.

En este estudio, se busca determinar bajo qué bolsa plástica (de entre 7 opciones de bolsas de diferentes materiales) la palta Hass se comporta de mejor manera, simulando las condiciones de un viaje de exportación, con una temperatura de 5°C, una HR del 90-95% y concentraciones de AM entre los rangos de 2-5% O₂ y 3-10% de CO₂, sin inyección ni eliminación de ningún de gas.

Hipótesis

El almacenaje en atmósfera modificada de frutos de palta var. Hass, dependiendo de la permeabilidad de la bolsa plástica, permite retrasar los procesos de maduración y senescencia alargando la vida útil del fruto.

Objetivos

El objetivo principal del estudio es evaluar el comportamiento de frutos de palta variedad Hass, utilizando la tecnología de atmósfera modificada (AM) con bolsas plásticas de distintas permeabilidades, almacenadas a 5 ° C y manteniendo las concentraciones de gases más cercanas a las recomendadas (2-5% de O₂ y 3- 10% CO₂).

Evaluar los efectos de distintas temperaturas sobre la tasa respiratoria durante el almacenamiento a (5, 10 y 20°C) en frutos de palta variedad Hass.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) y en los laboratorios de Evaluación Sensorial y de Microbiología de Alimentos del Departamento de Agroindustria y Enología, mientras que el análisis microbiológico se realizó en los laboratorios del Departamento de Sanidad Vegetal, todos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Frutos de palto

Se utilizaron paltas (*Persea americana* Mill.) variedad Hass provenientes de la zona de Quillota, V región, proporcionadas por la empresa Agricom. Se evaluaron dos fechas de cosechas o estados de madurez; agosto 2000 (M1) y diciembre 2000 (M2).

La fruta utilizada fue la de calibre 50, con un peso aproximado por fruto de 220 gramos y con una firmeza de pulpa superior a 13 kg-f. El contenido de aceite (%) para el estado de madurez M1 fue de 12,6% y para M2 de 16,2%. La fruta se encontraba sin defectos de forma y con color característico para la variedad (verde), con pedúnculo intacto y apariencia general óptima para la exportación.

Película plástica

La fruta de cada fecha de cosecha fue almacenada en bolsas plásticas confeccionadas en el mismo laboratorio. Para esto se utilizaron rollos de 7 películas plásticas proporcionados por la empresa CRYOVAC.

No se conocían los datos de permeabilidad de todos las películas plásticas por lo que se procedió a medir la tasa de transmisión de oxígeno (OTR) de los distintos materiales utilizados, mediante un analizador de permeación de oxígeno (Figura 1) marca Illinois Instruments Inc.[®] (EE.UU), modelo 8500. El instrumento permite conocer la permeabilidad de cada plástico mediante la inyección de oxígeno puro a una cámara hermética, en donde se encuentra la muestra, de un tamaño estándar de 100 cm². Se ocupó nitrógeno puro como acarreador, el que fue analizado por un sensor, determinando así, cuanto oxígeno atravesó la muestra y pasó al nitrógeno, durante un tiempo de 45 minutos entre 21,1 y 22,5°C.



Figura 1. Medidor de permeabilidad Illinois Instruments Inc.[®], modelo 8500 utilizado en la medición de la tasa de transmisión de oxígeno (OTR) de las películas plásticas.

Los valores obtenidos para la permeabilidad de O₂, la temperatura de medición de la OTR, el nombre comercial y los materiales de los plásticos se encuentran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características de películas plásticas utilizadas para almacenar palta Hass en AM.

Tratamiento	Grosor (micrones)	Material	Valores de permeabilidad de O ₂ (mL·m ⁻² ·día ⁻¹)		Temperatura °C
			Obtenidos en laboratorio	Proporcionados por CRYOVAC [®]	
1	7,5	Poliiolefina	12.148	17.000	22,5
2	15	Poliiolefina	10.390	8000 – 11500	22,4
3	25	Sin información	9.636	Sin información	21,1
4	15	Poliiolefina	8.778	8.750	21,1
5	15	Polietileno de baja densidad	5.437	6.000 – 8.000	21,5
6	19	Acetato de Etilo Vinilo (polietileno)	3.589	Sin información	21,9
7	19	Acetato de Etilo Vinilo (polietileno baja densidad)	5.308	Sin información	21,4

Selladora de bolsas

Para la confección de las bolsas se utilizó una selladora eléctrica por calor (Figura 2) marca Félix Garcés (Chile), con una barra de 80 cm de largo, con la cual se realizó un sellado doble en cada bolsa.



Figura 2. Selladora de bolsas utilizada para la confección de las bolsas de AM.

Metodología

El presente estudio se realizó a través de 3 ensayos. Los dos primeros, con el objetivo de evaluar y seleccionar los tratamientos que permiten mantener las concentraciones de gases más cercanas a las recomendadas (2-5% de O₂ y 3- 10% CO₂) para el almacenaje de palta Hass en AM. El tercer ensayo estuvo orientado a determinar la tasa respiratoria de los frutos a distintas temperaturas (5, 10 y 15°C).

Ensayo 1

Se realizó en Agosto de 2000. Los tratamientos evaluados fueron las 7 películas plásticas ya descritas, con fruta almacenada en una cámara de frío a 5°C y con una HR interna cercana al 95% y el testigo almacenado en aire normal (por lo que su comportamiento será determinado por la baja temperatura de la cámara y la humedad ambiental). El objetivo de este primer ensayo fue realizar una selección de las películas plásticas que mantuvieron la concentración de gases más cercanas a lo deseado. La fruta fue evaluada a los 21 y 42 días de almacenamiento, representando estos momentos los períodos de viaje vía marítima a EE.UU. y Japón, respectivamente.

Las bolsas utilizadas fueron de un tamaño de 0,59 x 0,29 m, obteniéndose una superficie total de 0,342 m². En cada bolsa se colocó, mediante un orificio, un tubo con una septa en el extremo externo por donde se introdujo una aguja para obtener la muestra de gas desde el interior (cánula). Se utilizó como adhesivo Agorex[®] para sellar la unión plástico-tubo, de tal manera de impedir la entrada del aire al interior (Figura 3).



Figura 3. Bolsa de AM con frutos y septa.

Para evaluar la permeabilidad de las bolsas durante el período de almacenamiento, se midió cada 2 días la concentración de O₂ y CO₂ al interior de cada una de las bolsas. La medición se realizó utilizando un analizador portátil de gases (Figura 4), marca Dansensor[®] modelo CheckMate 9900, (Dinamarca). El dispositivo emplea un sensor de O₂ electroquímico (EC) mientras que el sensor de CO₂ es del tipo infrarrojo no disperso (NDIR). La calibración se realizó con aire (20,9% O₂), con un gas sin anhídrido carbónico (0% CO₂) o con anhídrido carbónico puro (100% de CO₂).



Figura 4. Analizador de gases Dansensor CheckMate 9900 utilizado para medir el porcentaje de O_2 y CO_2 al interior de las bolsas plásticas.

Cuando el O_2 cayó por debajo de 1% se realizó una pequeña perforación en la zona central de la bolsa con una aguja de 0,9 mm de diámetro para evitar que se generara anaerobiosis.

Se realizaron evaluaciones a la cosecha (10 frutos por cada repetición, con 3 repeticiones) a la salida de cada período de almacenaje (3 frutos por repetición) y luego de un período de maduración a $20^{\circ}C$, evaluaciones diarias en aquella fruta que estaba blanda al tacto (1-1,5 kg-f). Se ocupó un índice ponderado entre el número de días que demora en el proceso de maduración y el % de frutos blandos.

Al momento de cosecha y para definir una correcta madurez de la fruta, se utilizó la estimación del contenido de aceite y peso seco.

Posteriormente, para evaluar la calidad de la fruta y la interacción de ésta con las diferentes bolsas, se utilizaron los siguientes parámetros: pérdida de peso, color externo y de pulpa, resistencia de la pulpa a la presión, pudriciones, desórdenes fisiológicos y aceptabilidad y apariencia. Los parámetros son descritos más adelante.

En esta etapa, a partir de los niveles de O_2 y CO_2 obtenidos en de los diferentes tratamientos, se seleccionaron aquellos cuya concentración de gases fue más cercana a la recomendada. Estos tratamientos fueron posteriormente evaluados en el ensayo 2.

Ensayo 2

Para este ensayo se utilizó fruta cosechada en diciembre de 2000 (M2) y de acuerdo a los resultados del ensayo 1, se utilizaron 3 tratamientos, las 2 películas plásticas seleccionadas y el testigo. El objetivo de este segundo ensayo fue validar los resultados anteriormente obtenidos, esta vez bajo condiciones de exportación a nivel comercial; bolsas de un tamaño de 0,75 x 0,80 m, obteniéndose una superficie total de $1,2 m^2$ de plástico, lo cual permitió envolver las 2 bandejas que van en una caja de exportación (Figura 5).

La bolsa para esta etapa se diseñó manteniendo la misma proporción de kilogramos de fruta por superficie de película plástica. A medida que el volumen de fruta aumenta, la superficie de

plástico requerida para mantener la proporción deseada entre ambos factores, también aumenta. Las bolsas obtenidas superaron el tamaño de la caja de exportación, teniendo que plegar el sobrante del plástico dentro de la caja para poder cerrarla. Esto no causó problema alguno para la manipulación y sellado de la bolsa. En este ensayo, no se realizó ningún orificio a las bolsas, ya que el objetivo final es intentar encontrar un film plástico que no requiera de este procedimiento, debido a lo poco práctico que resulta este procedimiento a nivel comercial, aún cuando existen experiencias comerciales en otros países al respecto.

Las condiciones fueron similares a las del primer ensayo (cámara de frío a 5°C y HR interna en las bolsas a 95%).

El tiempo de almacenaje, las evaluaciones y los parámetros evaluados para la fruta, fueron los mismos que para el ensayo 1.



Figura 5. Bolsa AM utilizada en el ensayo 2 para caja de 11,2 kg de paltas.

Parámetros evaluados en Ensayos 1 y 2

Contenido de aceite

Calculado en el momento de cosecha, salida de frío y madurez de consumo, se estimó en base al peso seco de la muestra mediante el método propuesto por Lee y Coggins (1982):

$$\text{Aceite (\%)} = (\% \text{ peso seco} - 11,9662) / 0,9733, \text{ Donde:}$$

$$0,9733 = \text{pendiente de la curva.}$$

$$11,9662 = \text{coeficiente; punto donde la recta corta el eje Y.}$$

Peso Seco

Se obtuvo luego de colocar pulpa de los frutos, formando muestras compuestas, en una placa de Petri, previamente pesada, al interior de una estufa, se tomó el peso diariamente hasta cuando este ya no sufrió variación, lo que ocurre luego de 72 horas aproximadamente, se asumió que ya ha perdido todo el contenido de agua.

$$\text{Peso seco (\%)} = (\text{Peso del tejido seco} / \text{Peso del tejido fresco}) \cdot 100$$

Pérdida de peso

Se obtuvo al pesar frutos, al momento del embalaje y en cada evaluación, con una balanza de precisión. Los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de peso. Para ello se pesaron 15 frutos al embalar la fruta, los cuales se marcaron y se pesaron a la salida de frío. La diferencia entre ambos pesos corresponde a la pérdida de agua o deshidratación de la fruta durante el almacenaje en frío. Este parámetro fue medido sólo en M2.

La pérdida de peso fue medida posteriormente al almacenaje en frío en AM, durante los días de anaquel para M1 y M2. Los días de anaquel se consideran como los días transcurridos desde que la fruta sale del período de almacenaje hasta que alcanza la madurez de consumo.

Color externo y de pulpa

En todas las evaluaciones, se midió el tono, intensidad y claridad de la cáscara y de la pulpa (epicarpio y mesocarpio). En la pulpa se midió en dos partes, bajo la cáscara y en el centro. Se determinó mediante un colorímetro portátil tri-estímulo marca Minolta modelo Chroma Meters CR-300 (Japón) (Figura 6) con un ángulo de observador de 0°, iluminante D₆₅, calibrado con estándares de color utilizando el sistema CIELab. Los resultados se expresaron en valores de luminosidad (L), tono (H_{ab}) y saturación (C*), donde:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$H_{ab} = \arctan \frac{b}{a}$$

De manera visual se realizó un seguimiento del viraje de color externo del fruto con una escala confeccionada en el laboratorio (verde, virando de verde, virando a negro y negro). Se contabilizaron los frutos de cada tratamientos a la salida de frío + X días, y los valores fueron representados en porcentaje. Una vez que los frutos terminaron los períodos de almacenaje, se mantuvieron a una temperatura ambiente de 20°C

Resistencia de la pulpa a la presión

Se determinó en todas las evaluaciones usando el penetrómetro manual marca Facchini, modelo FT 327 (Italia) (Figura 6). La medición se realizó en caras opuestas de la zona ecuatorial del fruto previa remoción de la piel. Se utilizó un émbolo de diámetro 7,9 mm. Los resultados se expresaron en unidades de kg-f



Figura 6. Colorímetro portátil tri-estimulo Minolta modelo CR-300 (1), penetrómetro manual (2) y balanza de precisión (3) utilizado en las mediciones de color, firmeza de pulpa y pérdida de peso, respectivamente.

Pudriciones

En el caso de encontrar la presencia de pudriciones, se procedió a realizar una identificación de la especie predominante. Los resultados se expresaron en porcentaje del número de frutos afectados con relación al total de frutos expuestos a las condiciones determinadas.

Desórdenes fisiológicos

Se evaluó la incidencia de pardeamiento interno de la pulpa e intensidad del pardeamiento de fibras, manchas grises en la piel y en la pulpa usando una escala subjetiva, a la cual se le asignaron valores de acuerdo a la intensidad del daño observados en la superficie del fruto y al realizar un corte transversal (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

Cuadro 2. Escala de valores asignados para determinar la intensidad del pardeamiento interno en palta Hass.

Escala	Intensidad	Color
1	Sano	Normal (Sin pardeamiento)
2	Incipiente	Pardo muy claro
3	Leve	Pardo claro
4	Moderado	Pardo oscuro
5	Severo	Pardo muy oscuro

Cuadro 3. Escala de valores asignados para determinar la intensidad del pardeamiento de fibras paltas Hass.

Escala	Intensidad
1	Sano
2	Fibras claras en un sector solamente
3	Fibras claras en todo el fruto
4	Fibras oscuras en un sector solamente
5	Fibras oscuras en todo el fruto

Cuadro 4. Escala de valores asignados para clasificar el número de manchas grises externas en paltas Hass.

Escala	Clasificación	Nº manchas
1	Inexistente	0
2	Incipiente	1
3	Leve	2 – 4
4	Moderado	5 – 9
5	Severo	+10

Cuadro 5. Escala de valores asignados para clasificar el número de manchas grises en la pulpa paltas Hass.

Escala	Clasificación	Nº manchas
1	Inexistente	0
2	Incipiente	1
3	Leve	2 – 4
4	Moderado	5 – 9
5	Severo	+10

Apariencia y aceptabilidad

Se efectuó un análisis sensorial para determinar la aceptación o rechazo de la fruta en el estado de madurez de consumo entre los diferentes tratamiento. Un grupo de 24 panelistas, 12 no entrenados y 12 entrenados realizaron la evaluación. Los panelistas no entrenados evaluaron apariencia y aceptabilidad de manera general, mientras que los entrenados, adicionalmente evaluaron aroma, olores extraños, sabor, firmeza y fibrosidad. Se utilizó el método de Escala Hedónica (Anexo II).

Ensayo 3

Tanto en M1 como en M2, se midió la tasa respiratoria (TR) en 3 temperaturas: 5, 10 y 20°C. Se mantuvo la fruta almacenada hasta que esta alcanzó su madurez de consumo, utilizando un sistema estático. La unidad experimental fue el fruto, con 10 repeticiones por tratamiento.

Cada fruto se colocó en un frasco de vidrio de 1000 mL con septa y sellado hermético. Luego de 2, 4 y 8 horas para las cámaras a 5, 10 y 20°C, respectivamente. Se tomó una muestra de aire utilizando el analizador de gases. Como el peso de cada fruto es conocido, se determinó la TR y se expresó en $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (Figura 7).



Figura 7. Sistema estático utilizado para la determinación de la tasa respiratoria en palta Hass.

Análisis estadístico

Ensayo 1

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado independiente para cada tipo de tratamiento. Por cada tratamiento, se utilizó media bandeja con 15 frutos como unidad experimental, con 4 repeticiones.

Se realizó un análisis de varianza entre los tratamientos y al encontrar diferencias significativas, los promedios se separarán mediante la prueba de rango múltiple Tuckey al 5%.

Las variables no paramétricas fueron analizadas mediante la prueba Kruskal y Wallis al 5%.

Ensayo 2

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado independiente para cada tipo de tratamiento. Por cada tratamiento, se utilizó una caja de fruta (calibre 50) como unidad experimental, con 4 repeticiones.

Se realizó un análisis de varianza entre los tratamientos y al encontrar diferencias significativas, los promedios se separarán mediante la prueba de rango múltiple Tuckey al 5%.

Las variables no paramétricas fueron analizadas mediante la prueba Kruskal y Wallis al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1 y 2

Medición de gases dentro de las bolsas

En los primeros días de almacenaje, se pudo observar que en todos los tratamientos, a excepción de la bolsa 1, el O₂ descendió fuertemente a niveles bajo el 1%. El primer orificio se realizó un día después de la segunda medición de O₂, al 4^{to} día, en las películas plásticas 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Los tratamientos 2 y 4 aumentaron a valores cercanos al 5% de O₂ por lo que no se manipularon posteriormente. A los plásticos 3, 5, 6 y 7 se les realizó un segundo orificio el 7^{mo} día, luego de la segunda medición (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de orificios y momento de perforación (día de almacenamiento en frío) para los distintos tratamientos en M1.

Tratamientos	Orificio 1 (día)	Orificio 2 (día)
1	-	-
2	4 ^o	-
3	4 ^o	7 ^o
4	4 ^o	-
5	4 ^o	7 ^o
6	4 ^o	7 ^o
7	4 ^o	7 ^o

Como se observa en las gráficas (Figura 8), el tratamiento 1 fue el que mejor mantuvo los niveles de O₂, ya que fue el único que no se le tuvo que realizar orificios. A los tratamientos 2 y 3 se les tuvo que realizar un sólo orificio y a los tratamientos 4, 5, 6 y 7 se les tuvo que realizar 2 orificios para que el nivel de O₂ no se mantuviera tan bajo como para producir daño en la fruta por estar en un ambiente anaeróbico. Luego de varios días, y después de realizar los orificios a las bolsas, los niveles de gases se estabilizaron en todas las películas plásticas, entre 4 y 8% para ambos gases, sobre todo hacia la segunda mitad del almacenamiento de la fruta.

Para el ensayo 2, se escogieron los tratamientos 1 y 2. La bolsa 1 fue seleccionada porque pudo mantener los niveles de O₂ y CO₂ en un rango aceptable sin tener que realizar orificios a la bolsa. Las bolsas 2 y 3 presentan un comportamiento similar tanto antes como después del primer orificio. Frente a esto, se eligió el plástico con mayor permeabilidad según la información de los fabricantes y las mediciones que se realizaron en el laboratorio, el cual correspondió a la bolsa 2.

En el ensayo 2 se pudo observar que la recuperación del oxígeno fue más lenta para ambas bolsas que en la etapa anterior. Esto se puede explicar fundamentalmente por la relación kg de fruta/superficie de plástico. Si bien, esta se mantuvo, los pliegues de las bolsas dentro de las cajas evitaron en alguna proporción la libre permeabilidad de los gases a través del film, dificultando de esta forma la estabilización a los niveles finales que se obtuvieron (Figura 9). En esta etapa no se realizaron orificios en la película plástica 1. Para la película plástica 2, se realizaron 2 orificios, el primero un día después de la segunda medición de O₂, al 4^{to} día y el segundo orificio el 7^{mo} día, luego de la segunda medición.

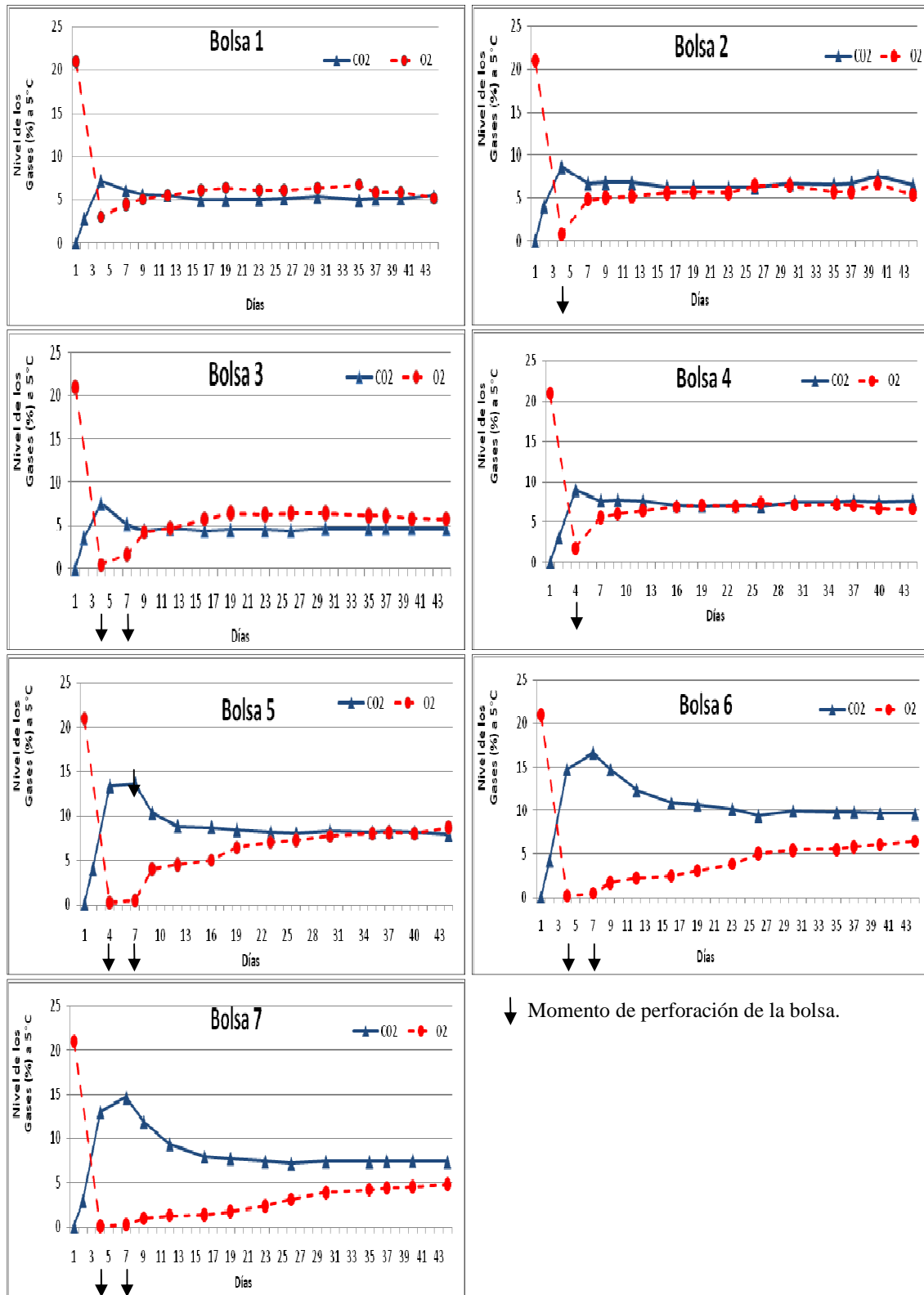
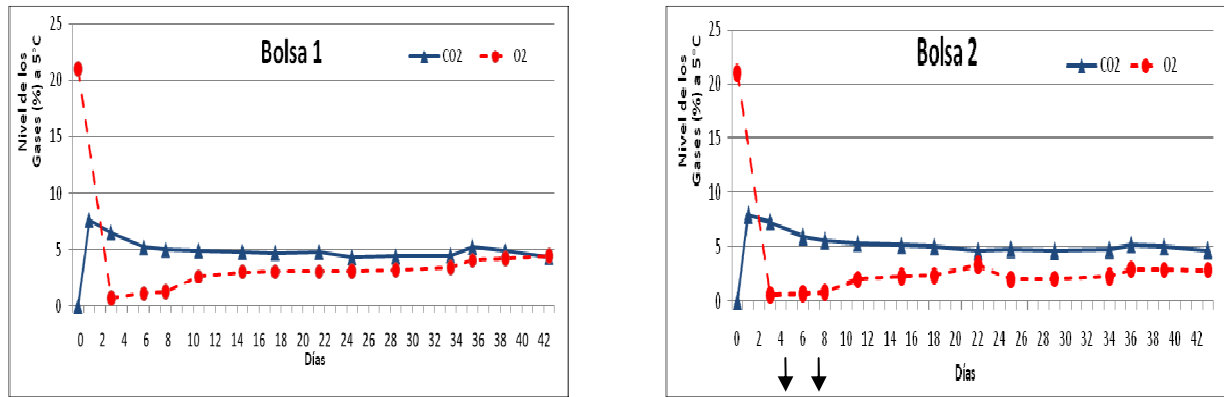


Figura 8. Concentración de CO₂ y O₂ durante el almacenaje en frío para los diferentes tratamientos estudiados en palta Hass cosechada en M1.



↓ Momento de perforación de la bolsa.

Figura 9. Concentración de CO₂ y O₂ durante el almacenaje en frío para los diferentes tratamientos estudiados en palta Hass cosechada en M2.

Contenido de aceite y peso seco

Los valores determinados de aceite para la madurez M1 y M2 fueron 12,5 y 16,2%, respectivamente. Los de peso seco, fueron de 24,1 y 27,6%, para M1 y M2 respectivamente (Figura 10) (Apéndices II y III). Se puede observar que la fruta tanto en M1 como en M2, obtuvo niveles adecuados de madurez, superando el 10% de aceite aconsejado para obtener una buena relación con la palatabilidad de frutos destinados al consumo fresco (Olaeta et al., 1986) y sobre el 9% exigido al momento de cosecha para obtener niveles adecuados de madurez (Indap, 2007) (Comité de paltas Hass de Chile, 2010). Las diferencias en contenido de materia seca y aceite, permite distinguir dos estados de madurez, M1 y M2.

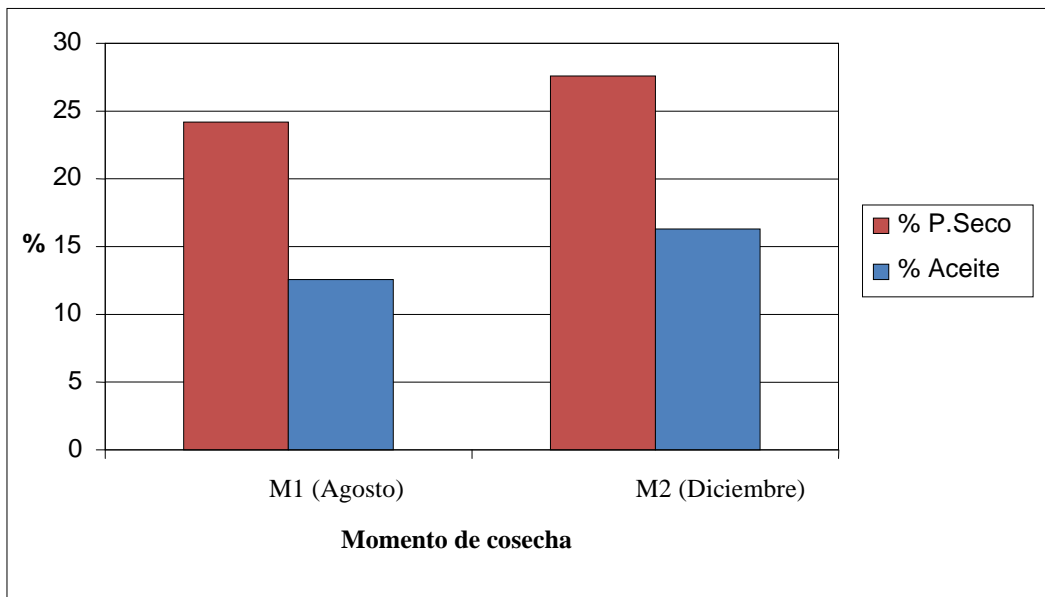


Figura 10. Porcentaje de aceite y porcentaje de peso seco estimado al momento de la cosecha para dos estados de madurez (M1 y M2) en palta Hass.

Pérdida de Peso

Al observar la pérdida de peso de la fruta durante el almacenaje en frío en AM existe una diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 2 con el testigo (Figura 11) (Apéndice III).

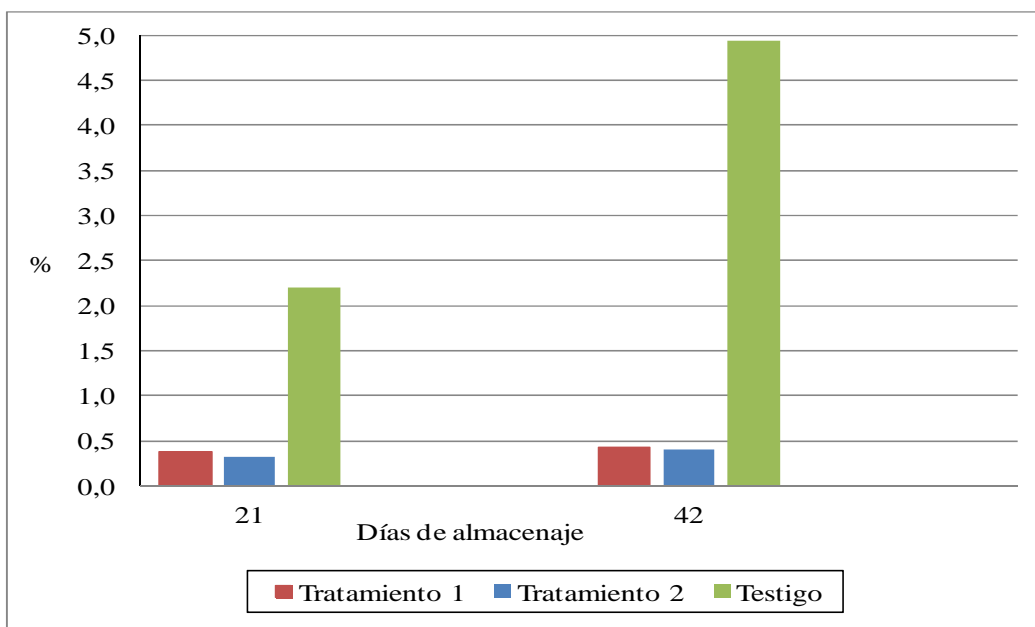


Figura 11. Porcentaje de pérdida de peso de palta Hass cosechada en M2 a los 21 y 42 días de almacenaje en AM para los distintos tratamientos evaluados.

En M1 ni los días de anaquel, ni el porcentaje de pérdida de peso presentaron una diferencia significativa entre tratamientos para el período de almacenaje de 21 días. En el caso del período de almacenaje de 42 días no existe diferencia significativa en el peso perdido entre los tratamientos (1 al 7). Existen diferencias significativas para los días de anaquel, siendo mayores para los tratamientos 5 y 6, en relación al testigo (Figura 12) (Apéndice II).

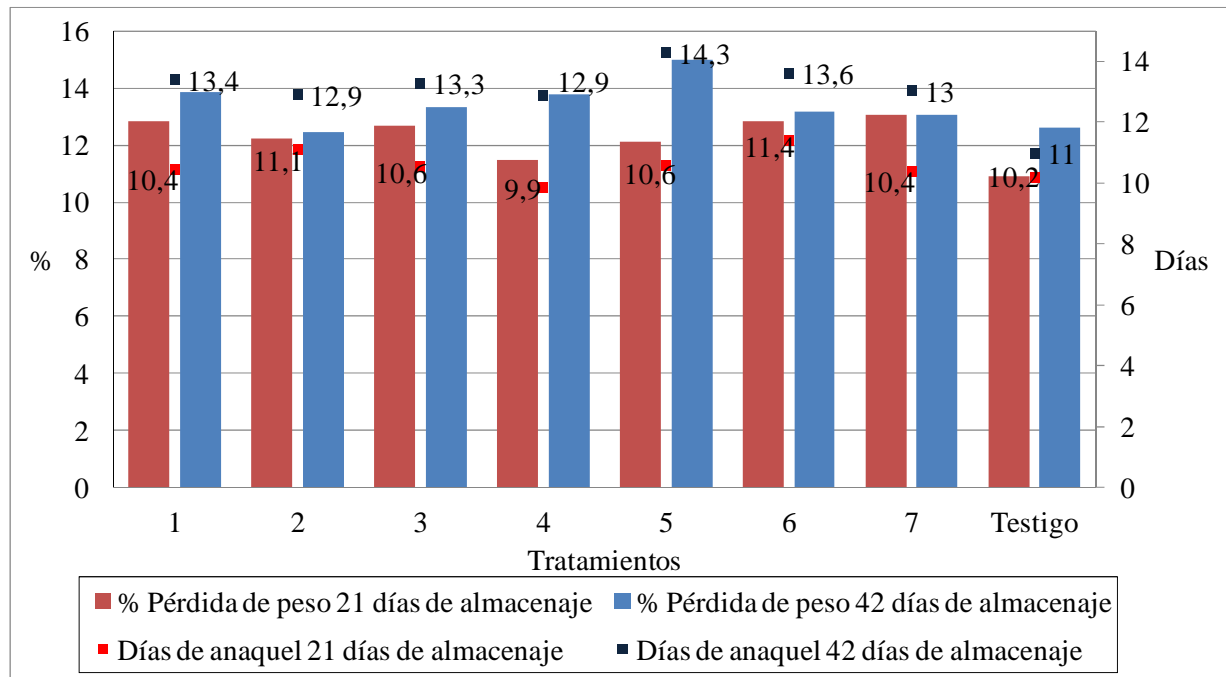


Figura 12. Porcentaje de pérdida de peso de palta Hass cosechada en M2 y días de anaquel después de 21 y 42 días de almacenamiento en AM para los distintos tratamientos evaluados.

En M2 se observa una diferencia significativa entre los tratamientos estudiados a los 21 y 42 días de almacenaje. A los 21 días de almacenaje, el tratamiento 2 requiere de más días en anaquel que el tratamiento 1 para alcanzar la madurez. El testigo no presenta diferencia significativa en cuanto a los días de anaquel con ninguno de los tratamientos. La pérdida de peso es significativamente menor en el tratamiento 1 versus el tratamiento 2 y el testigo. A los 42 días de almacenaje, ambos tratamientos (1 y 2) demoran más días que el testigo en alcanzar la madurez y la pérdida de peso es significativamente superior para el tratamiento 2 en relación al testigo (Figura 13) (Apéndice III).

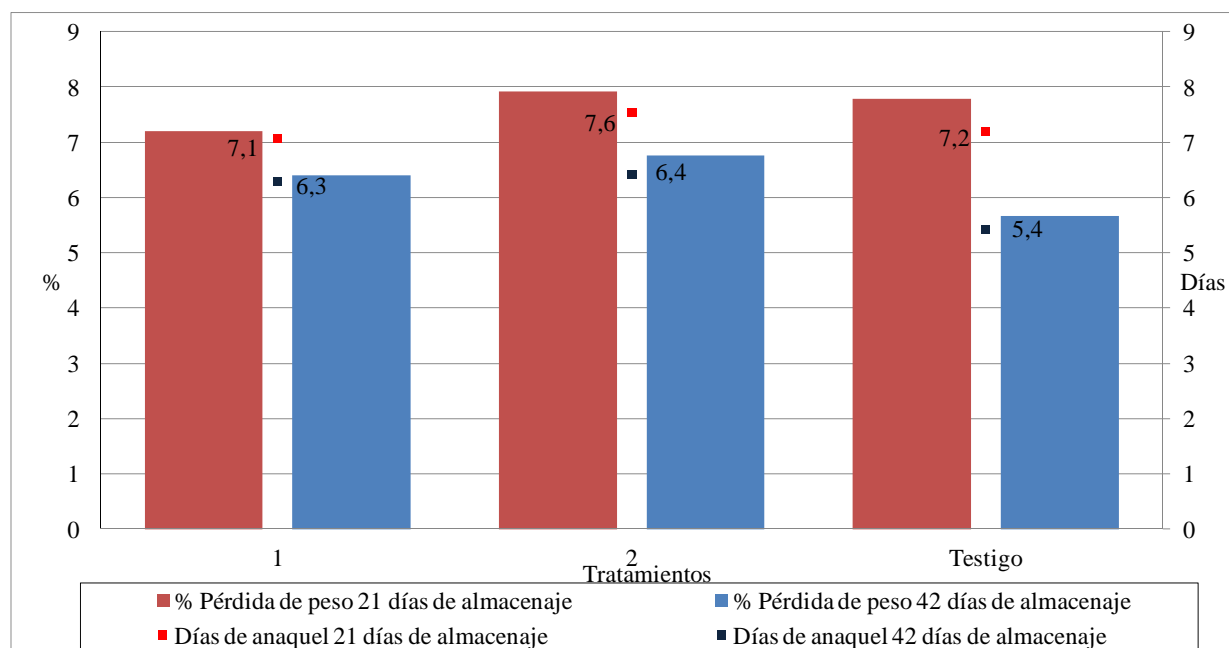


Figura 13. Porcentaje de pérdida de peso de palta Hass cosechada en M2 y días de anaquel después de 21 y 42 días de almacenamiento en AM para los distintos tratamientos evaluados.

Los tratamientos 1 y 2 resultan importantes durante el almacenaje en frío, pues disminuyen considerablemente la pérdida de peso en este período, lo que permite disminuir la pérdida de peso total y llegar a mercados de destino con prácticamente el mismo peso de origen no perjudicando al productor. Una vez que la fruta sale del almacenaje, esta demora más en madurar y pierde menos peso, sobre todo después de largos períodos de almacenaje (Figura 14).

En anaquel la fruta estuvo a temperatura similar en M1 y M2 (20 °C). Al analizar la pérdida de peso y días que demora la palta en alcanzar la madurez de consumo, se encuentra que existe una diferencia entre aquella cosechada en M1 y M2, lo que podría atribuirse a la fecha de cosecha, tal como ha sido previamente observado para palta Esther con almacenaje en frío durante la postcosecha (Covarrubias et al., 2007).

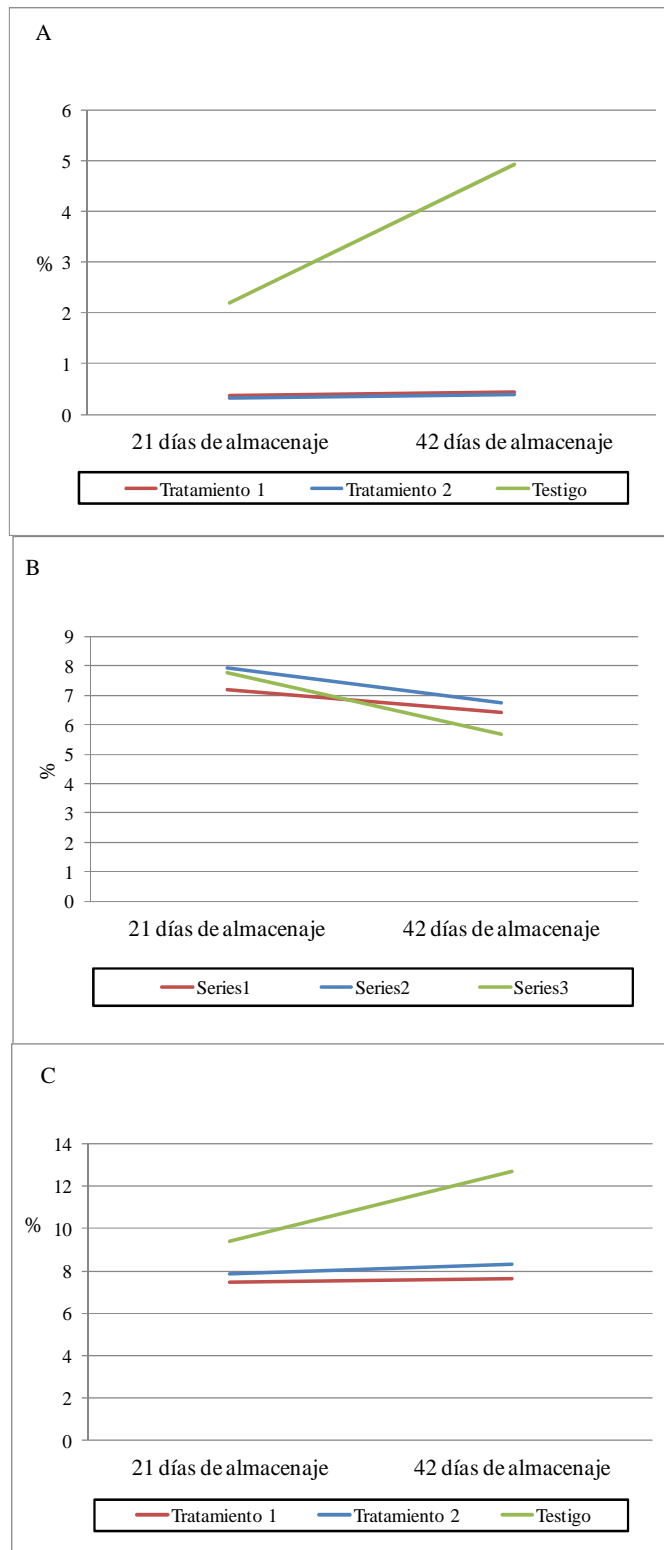


Figura 14. Porcentaje de pérdida de peso de fruta cosechada en M2 para los distintos tratamientos evaluados. A: Durante el almacenaje en AM; B: En anaquel; C: Total.

Color externo y de pulpa

En las figuras 15, 16, 21, 22, 23 y 24 donde se observan los resultados del color, se agregó a modo de referencia el valor de los diferentes parámetros al momento de la cosecha.

Color externo

Los valores de luminosidad de color externo obtenidos en M1 y M2 (Figuras 15 y 16) (Apéndices II y III), no presentan una diferencia significativa entre los distintos tratamientos estudiados ni con respecto al testigo.

Para los valores de tonalidad (Figura 15 y 16) (Apéndices II y III) en M1 no se observó diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo a los 21 días, salvo entre los tratamientos 4 y 5, presentando este último un valor de luminosidad más alto. A los 42 días de almacenaje no se observan diferencias significativas. En M2 existió diferencia significativa a los 42 días entre los dos tratamientos y el testigo.

Los valores de saturación (Figura 15 y 16) (Apéndices II y III) obtenidos en M1 no presentan diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo a los 21 días de almacenaje, sin embargo, a los 42 días de almacenaje, el tratamiento 6 presenta una diferencia significativamente mayor respecto al testigo, implicando que su color es más puro. En M2 no existieron diferencias significativas ni a los 21 ni a los 42 días de almacenaje.

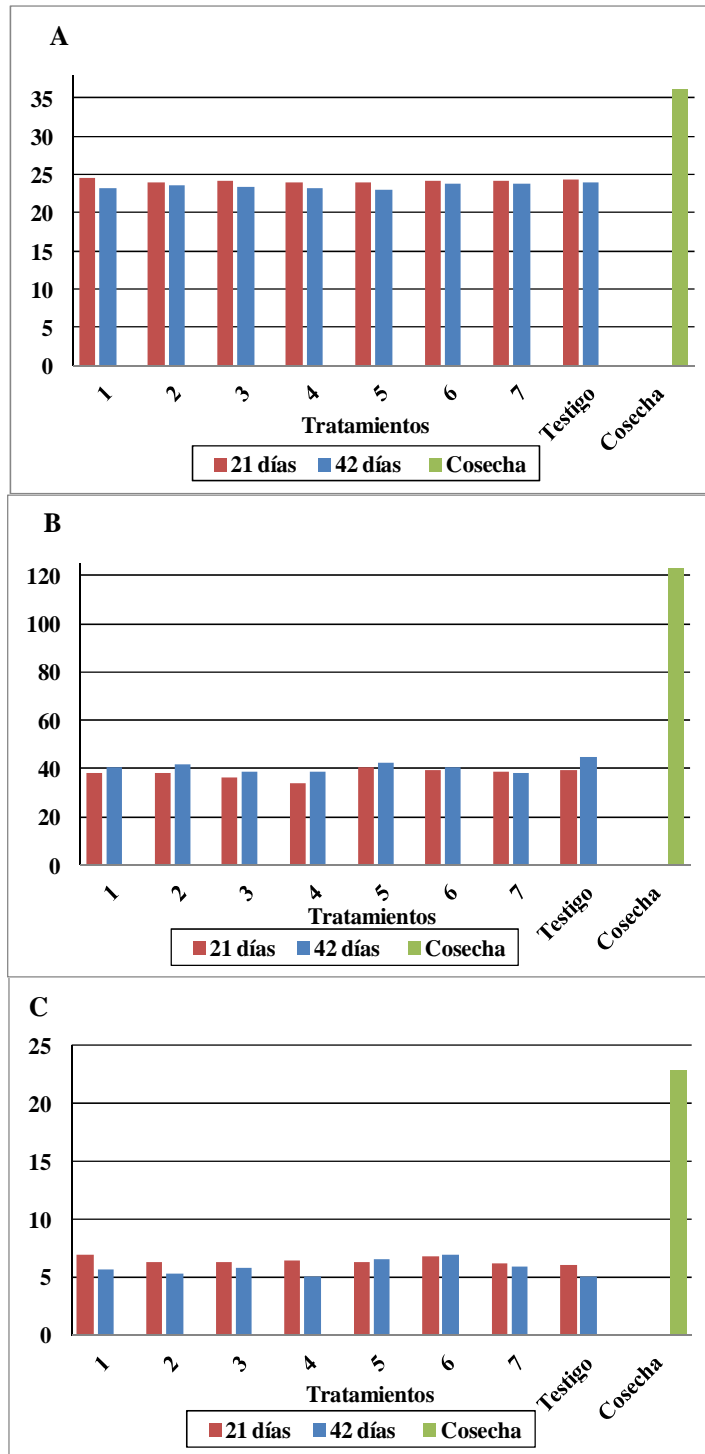


Figura 15. Color en piel de palta Hass cosechada en M1, al momento de cosecha y a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C + X días de anaquel a 20°C para los distintos tratamientos evaluados para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

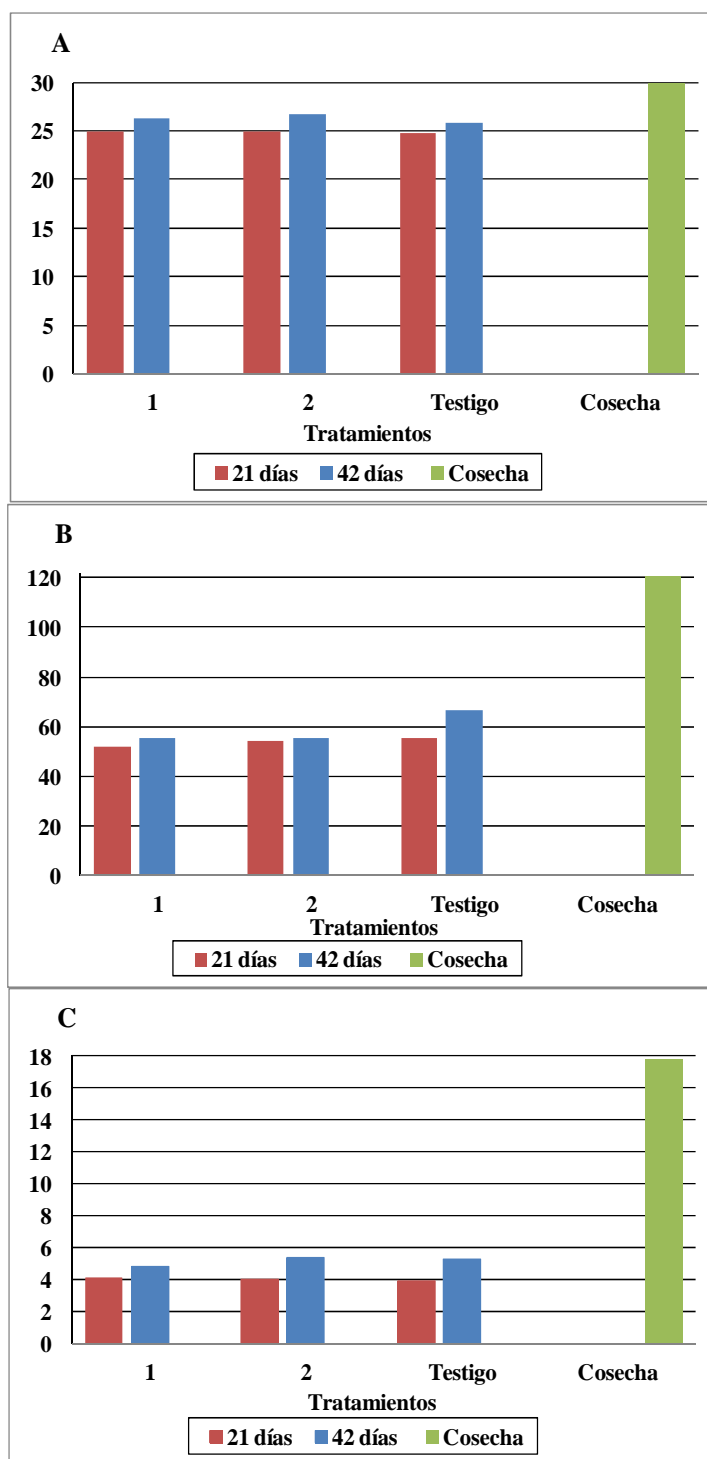


Figura 16. Color en piel de palta Hass cosechada en M2, al momento de cosecha y a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C + X días de anaquel a 20°C para los distintos tratamientos evaluados para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

Viraje de color externo

El mayor efecto que se produce en la palta por estar almacenada en una atmósfera reducida en O₂ y alta en CO₂ es la demora en el viraje de color de la piel, lo que concuerda con otros estudios realizados para palta Hass almacenada con bajas concentraciones de O₂ y altas en CO₂, en AM (Dorria et al., 2007) y en AC (García, 1997), lo cual resulta muy atractivo comercialmente, ya que entrega más tiempo en destino para su comercialización.

En M1, al comparar el testigo con los tratamientos, se puede observar que todos los tratamientos retardan el viraje de color una vez que las paltas son sacadas de frío (Figuras 17 y 18).

En M2, se confirma que el mayor efecto que tiene el almacenaje de las paltas con una composición atmosférica baja en O₂ y enriquecida de CO₂ es la demora en el viraje de color (Figuras 19 y 20).

De acuerdo a lo observado, se puede concluir que la AM retrasa el tiempo de viraje de color en ambos ensayos y para largos períodos de almacenaje.

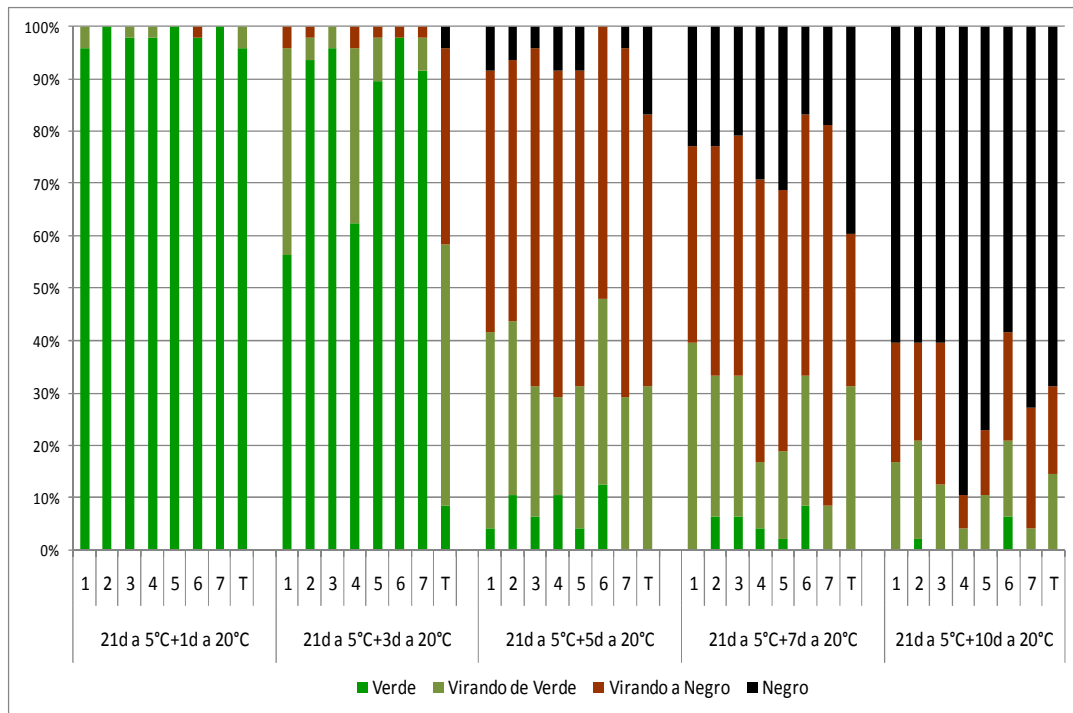


Figura 17. Evolución del color externo de palta Hass cosechada en M1 para los diferentes tratamientos evaluados, luego de almacenaje en AM por 42 días y de anaquel a 20°C a los 1, 3, 5, 7 y 10 días.

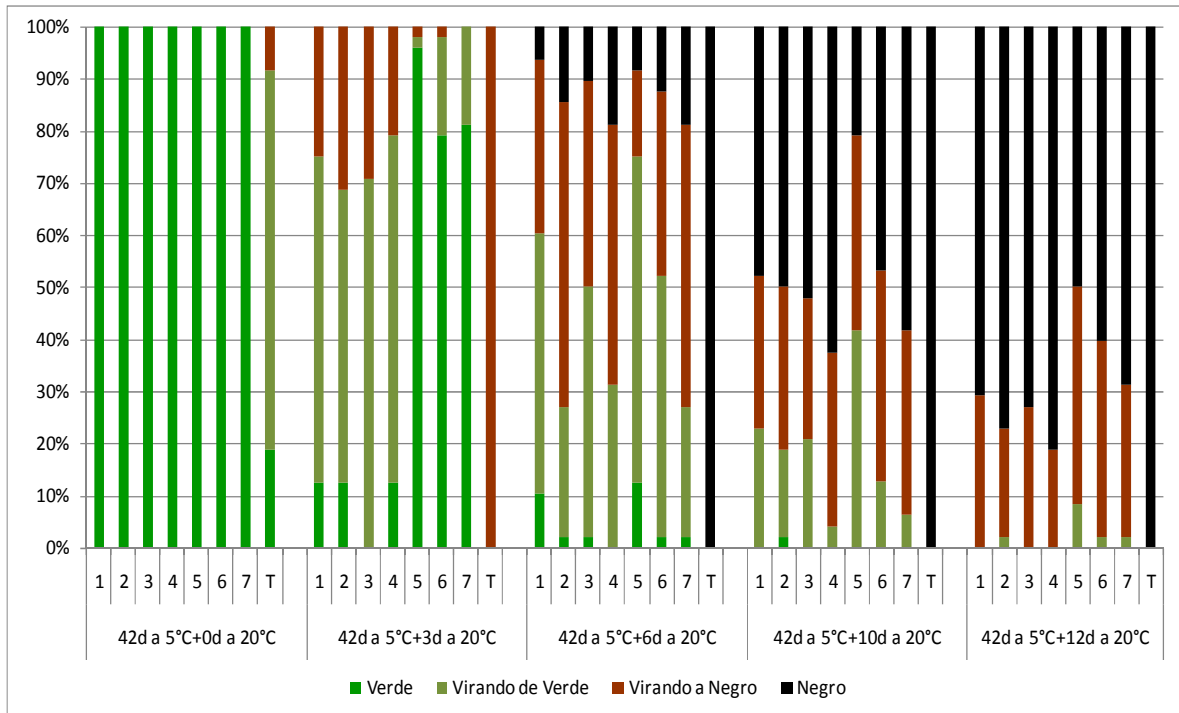


Figura 18. Evolución del color externo de palta Hass cosechada en M1 para los diferentes tratamientos evaluados, luego de almacenaje en AM por 42 días y de anaquel a 20°C a los 0, 3,6, 7, 10 y 12 días.

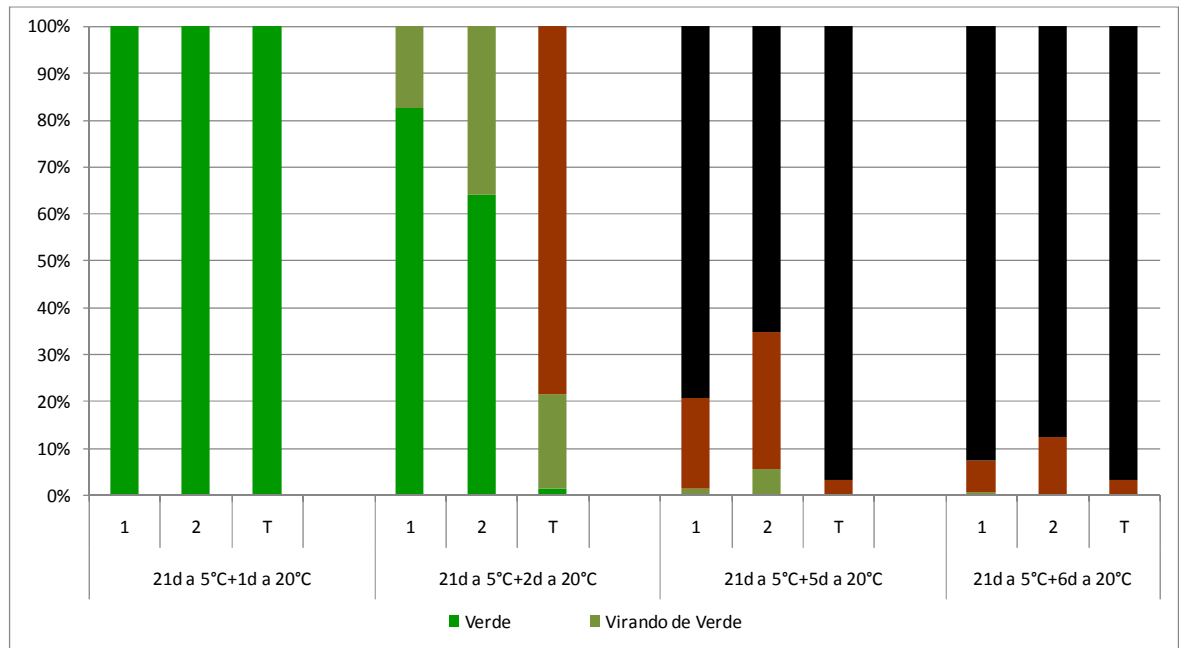


Figura 19. Evolución del color externo de palta Hass cosechada en M2 para los diferentes tratamientos evaluados, luego de almacenaje en AM 21 días y de anaquel a los 20°C a los 1, 2, 5 y 6 días.

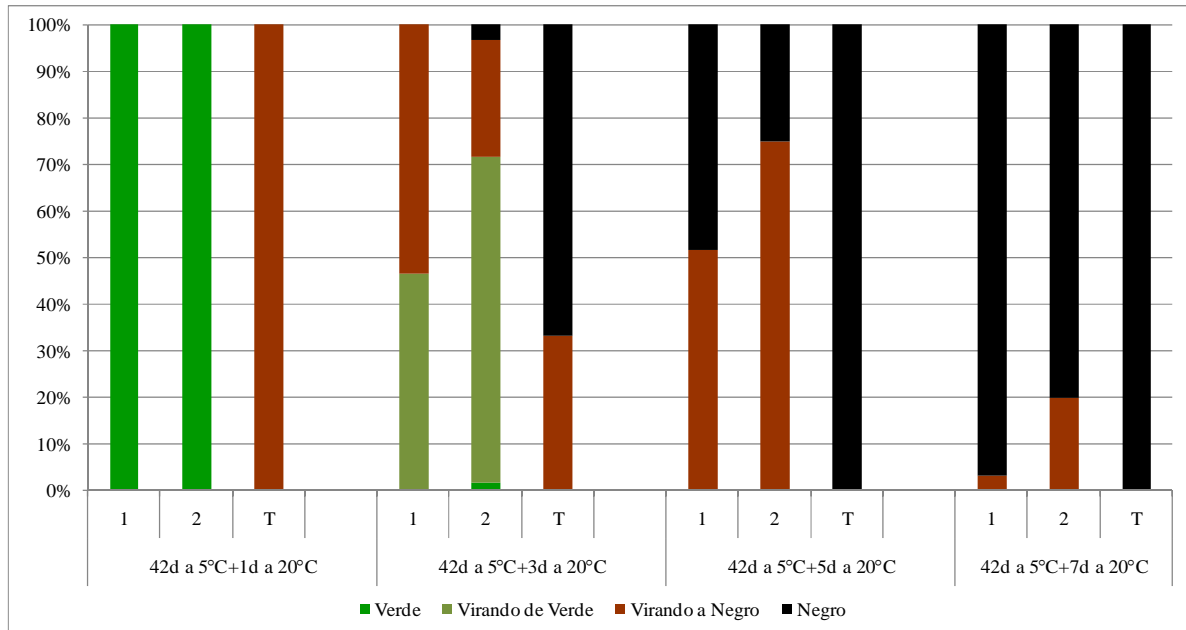


Figura 20. Evolución de color externo de palta Hass cosechada en M2 para los diferentes tratamientos evaluados, luego de almacenaje en AM por 42 días y de anaquel a 20°C a los 1, 3, 5 y 7 días.

Color de pulpa

En el color de pulpa bajo la epidermis Figuras 21 y 22) (Apéndices II y III), en M1 no hubo diferencia significativa entre los distintos tratamientos para los valores de luminosidad, tono y saturación. En M2, no se observaron diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los tratamientos, salvo en el caso del tono, donde el tratamiento 1 presentó un valor significativamente menor que el testigo a los 21 días de almacenaje y en la luminosidad de la pulpa a los 42 días de almacenaje, donde el valor del testigo fue significativamente mayor a los tratamientos 1 y 2.

En el caso de la pulpa en el centro del fruto (Figuras 23 y 24) (Apéndices II y III) los valores de luminosidad, tono y saturación obtenidos en M1 luego de 21 días de almacenaje no presentan diferencias significativas entre los distintos tratamientos estudiados. A los 42 días de almacenaje, se observa una diferencia significativa en la saturación de la pulpa, donde los tratamientos 5 y 7 son significativamente mayores al testigo. En M2, tanto a los 21 como a los 42 días de almacenaje, los valores de saturación del testigo son significativamente menores que los tratamientos 1 y 2, lo que implica los tratamientos de AM permiten obtener un color de pulpa más puro.

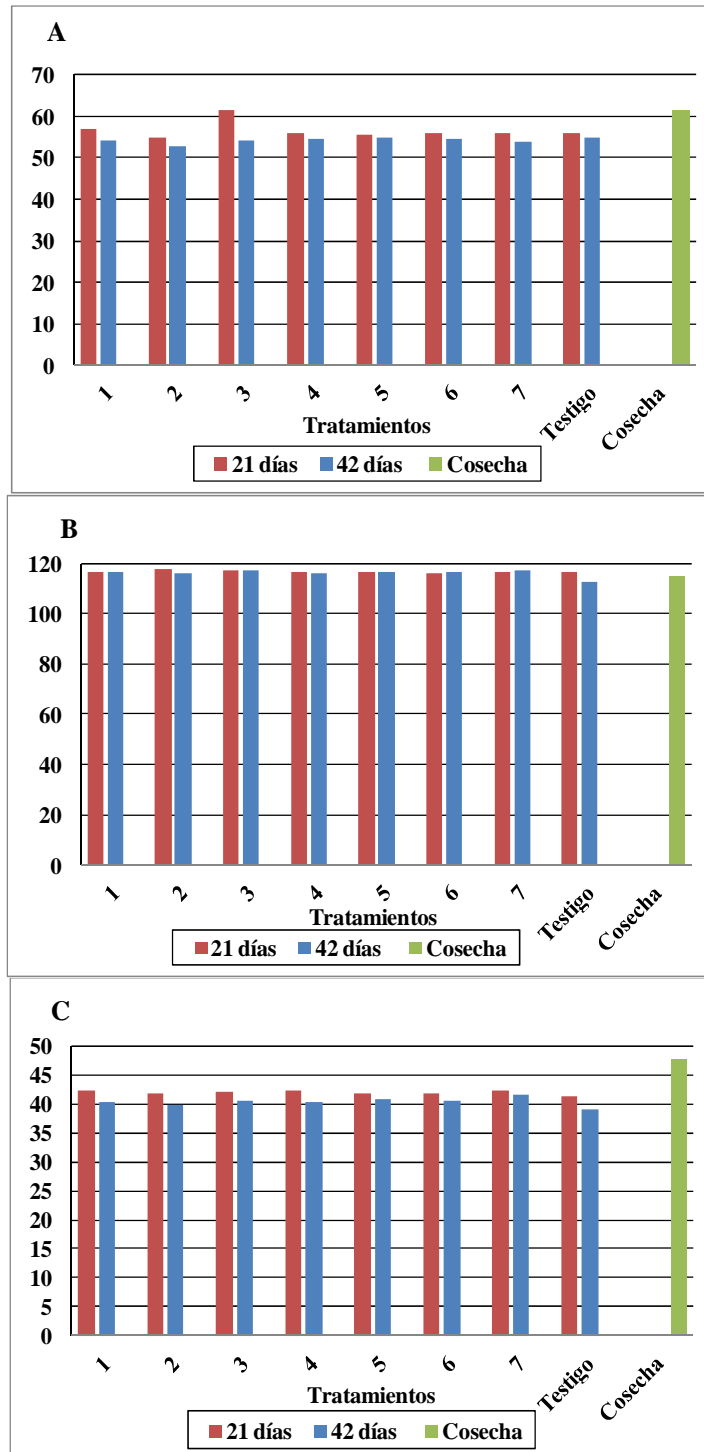


Figura 21. Color de pulpa bajo epidermis de palta Hass cosechada en M1 para los distintos tratamientos evaluados, al momento de cosecha, a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C +X días de anaquel a 20°C para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

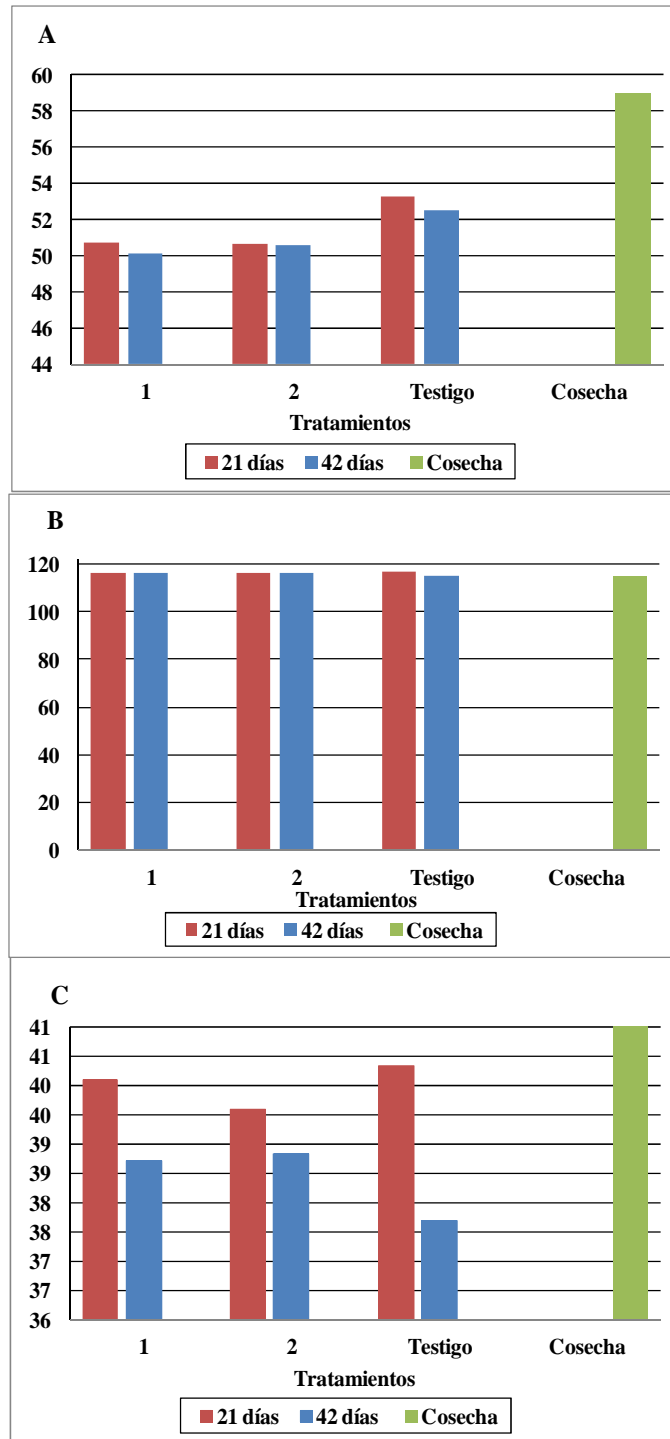


Figura 22. Color de pulpa bajo epidermis de palta Hass cosechada en M2 para los distintos tratamientos evaluados, al momento de cosecha, a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C + X días de anaquel a 20°C para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

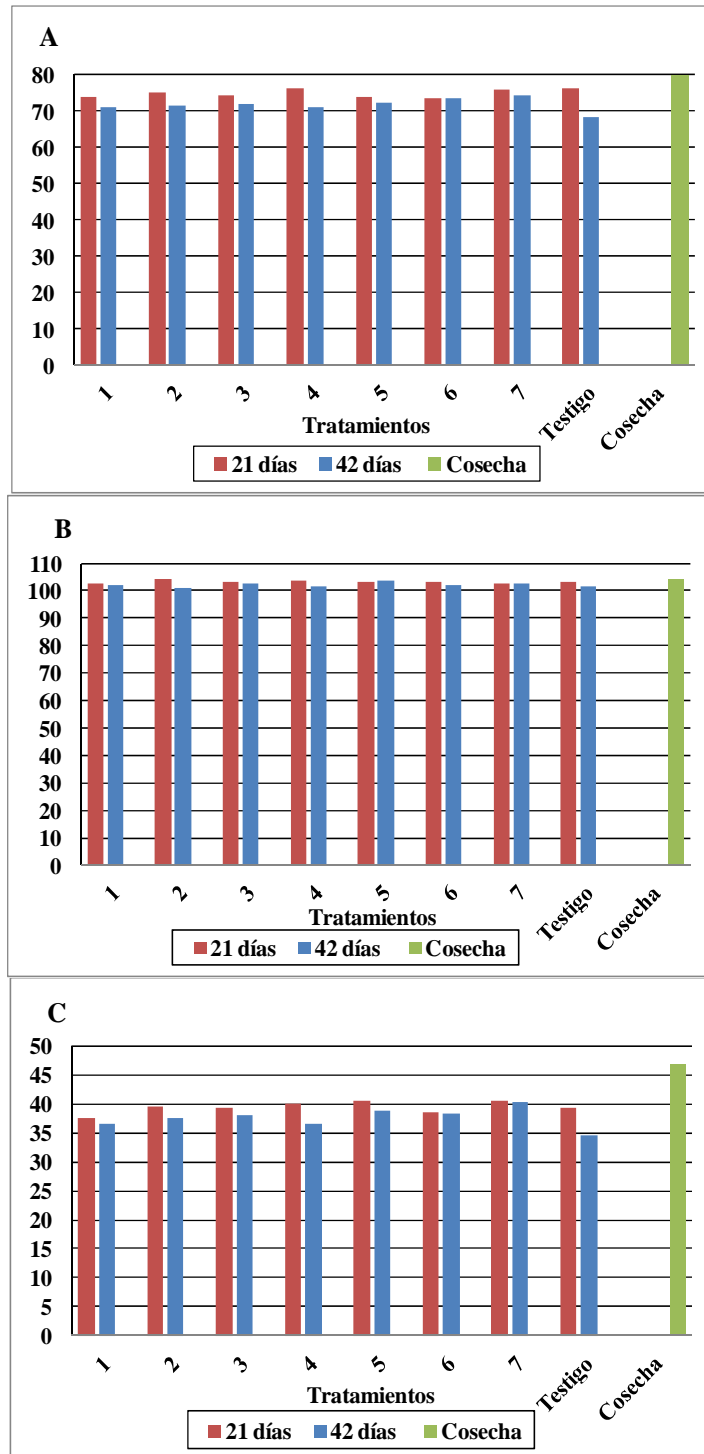


Figura 23. Color de pulpa de palta Hass cosechada en M1 para los distintos tratamientos evaluados, al momento de cosecha, a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C + X días de anaquel a 20°C para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

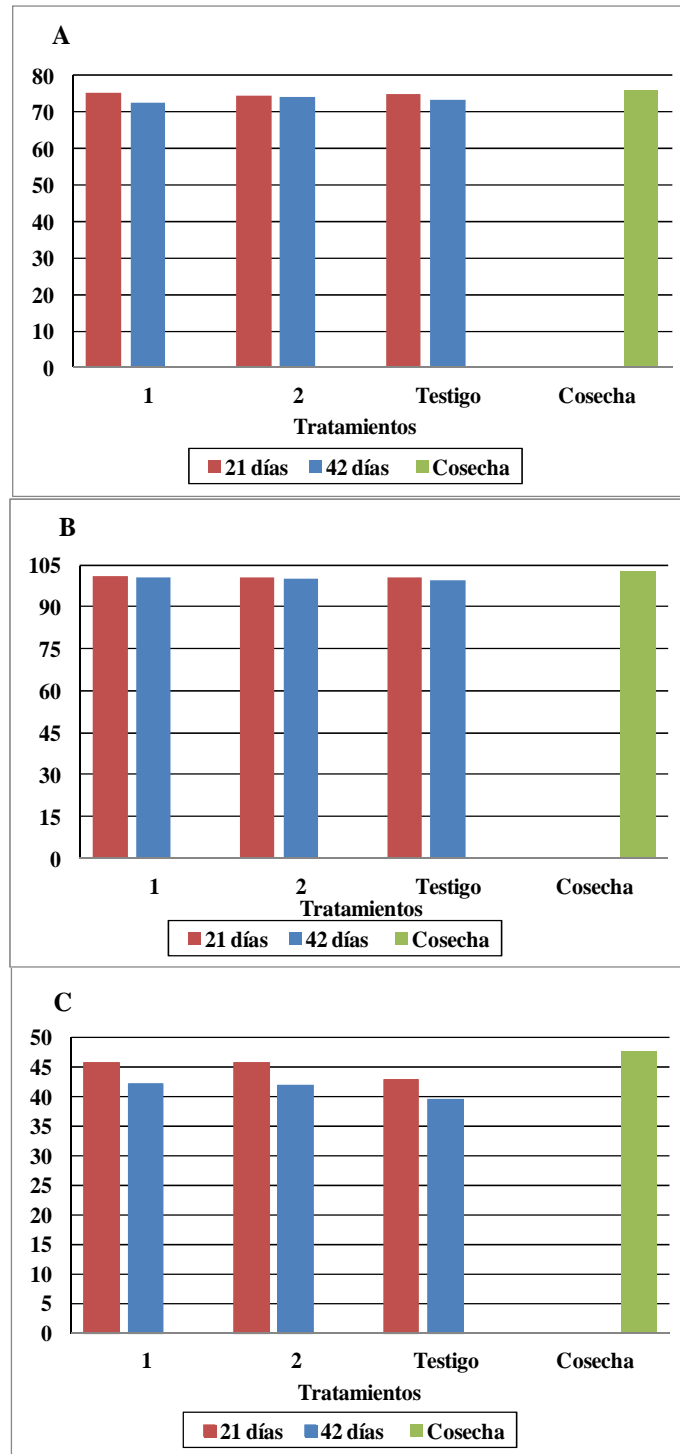


Figura 24. Color de pulpa de palta Hass cosechada en M2 para los distintos tratamientos evaluados, al momento de cosecha, a los 21 y 42 días de almacenaje a 5°C + X días de anaquel a 20°C para los parámetros de A: Luminosidad; B: Tono; C: Saturación.

Resistencia de la pulpa a la presión

Se ha comprobado que el ablandamiento del fruto en palta Hass queda casi completamente inhibido bajo diferentes condiciones de AM (Hertog et al., 2003).

En este estudio, en M1 luego de 21 días de almacenaje, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos ni en los días de anaquel necesarios para la maduración ni en la firmeza de la fruta. Luego de 42 días de almacenaje, se observó una diferencia significativamente mayor entre los tratamientos 5 y 6 versus el testigo. La firmeza resultó mayor para todos los tratamientos en comparación al testigo, a excepción de los tratamientos 5 y 7 cuyos valores fueron más bajos (Figura 25) (Apéndices II y III).

En M2 no se observaron diferencias significativas en cuanto a la firmeza de la fruta (Apéndice III).

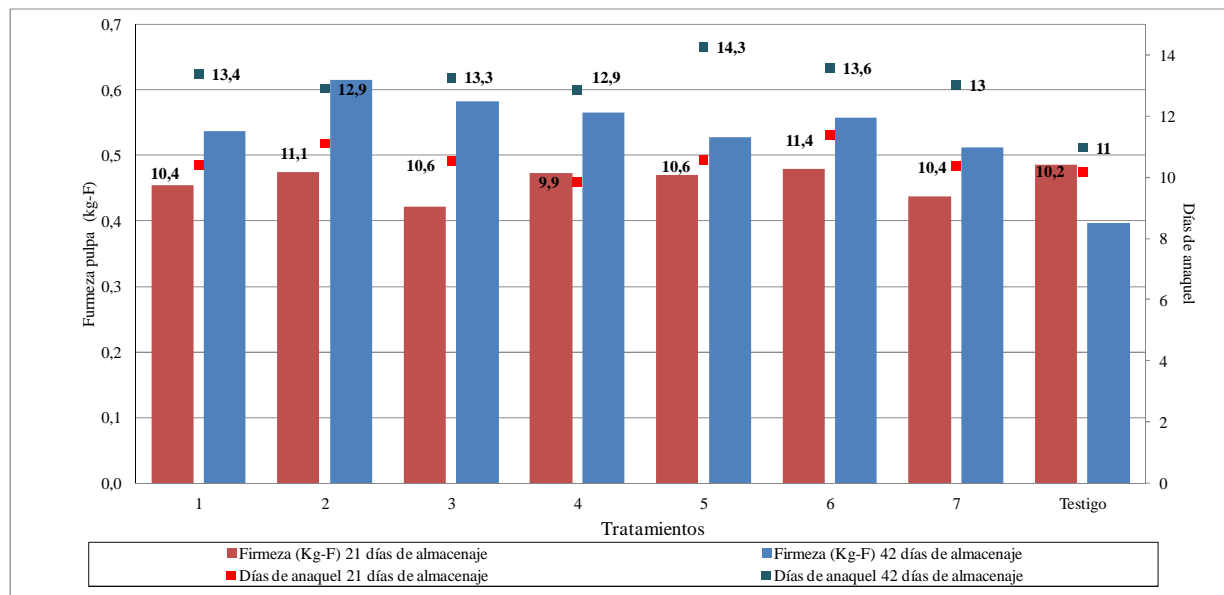


Figura 25. Días de anaquel posterior al almacenaje en AM y firmeza en paltos de variedad Hass para los diferentes tratamientos de fruta cosechada en M1.

Pudriciones

Se observó una pequeña incidencia de pudrición causada principalmente por los patógenos: *Colletotrichum gloeosporoides*, *Penicillium spp* y *Botrytis cinerea*. No existió una diferencia significativa entre tratamientos ni fechas de cosecha (Apéndices II y III).

Desórdenes fisiológicos

Pardeamiento de fibra e interno: En M1 sólo el pardeamiento de fibra presentó diferencia significativa a los 42 días entre los tratamientos y el testigo. Ninguna de las películas plásticas presentó un mejor comportamiento (Figura 26) (Apéndice II).

En M2, se observó que el pardeamiento de fibra presenta diferencia significativa a los 21 y 42 días, viéndose disminuido con el tratamiento 1. Se observa una diferencia significativa entre las películas plásticas y el testigo, no existiendo una diferencia entre los tratamientos 1 y 2 (Figura 27) (Apéndices II y III).

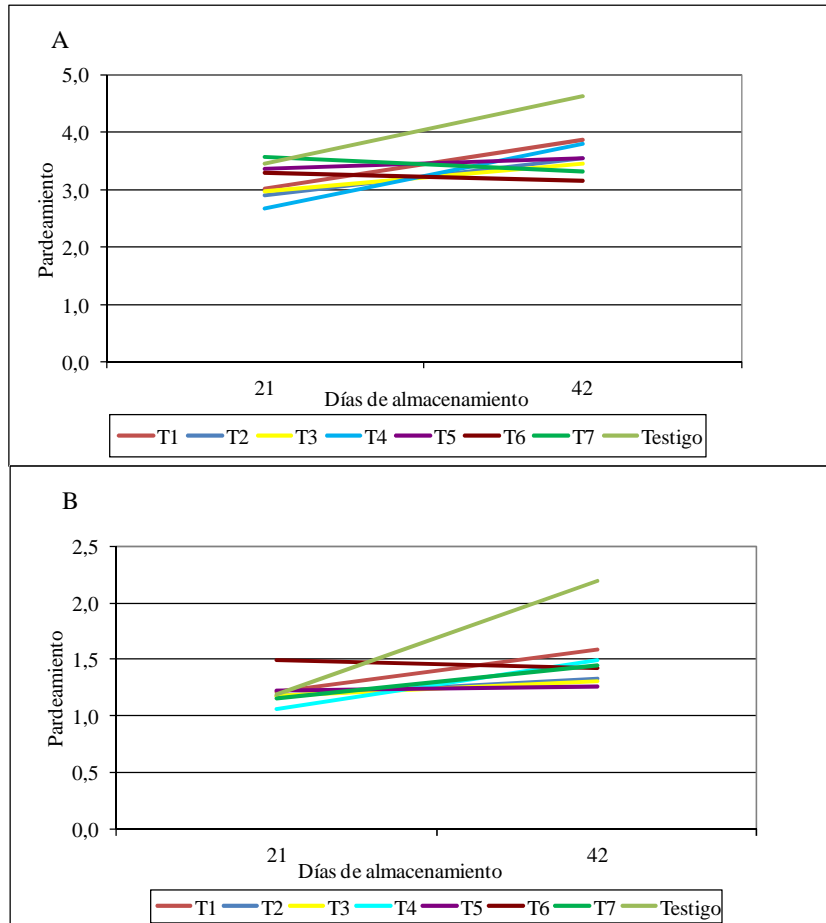


Figura 26. Pardeamiento en palta Hass para los diferentes tratamientos (T) de fruta cosechada en M1 y almacenada en AM durante 21 y 42 días a 5°C. A: Pardeamiento de fibras; B: Pardeamiento interno.

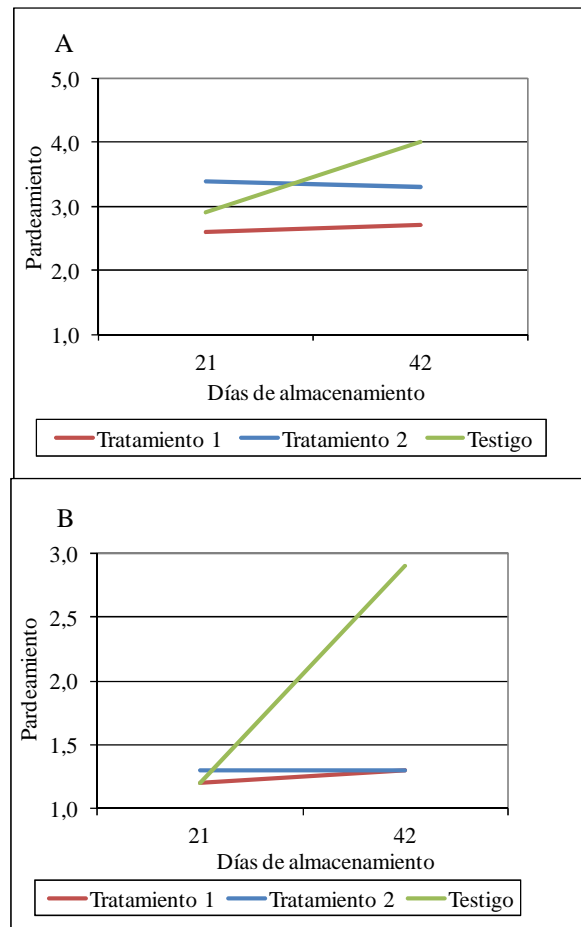


Figura 27. Pardeamiento en palta Hass para los diferentes tratamientos de fruta cosechada en M2 y almacenada en AM durante 21 y 42 días a 5°C. A: Pardeamiento de fibra; B: Pardeamiento interno.

La diferencia entre M1 y M2 podría explicarse por la diferencia en la fecha de cosecha, coincidiendo con resultados encontrados en otros estudios (Hopkirk et al., 1994).

Manchas externas: En M1 no se detectaron manchas externas en los fruto bajo ningún tratamiento. En M2 se detectaron manchas externas, incipientes, sin ubicación determinada en la superficie del fruto, de color gris, con contornos y formas irregulares y sin compromiso de la pulpa. Existió una diferencia significativa entre los tratamientos (1 y 2) y el testigo (Figura 28) (Apéndices II y III).

Se desconoce el origen de estas manchas por lo que no pueden ser atribuidas a una causa particular. Hay antecedentes en la literatura que describen daños similares en palta Hass y otras variedades, ocasionados por almacenaje en frío (temperaturas de hasta 5°C) (Kader y Arpaia, 2011; Snowdon, 1990) y que podrían explicar la aparición de este desorden.

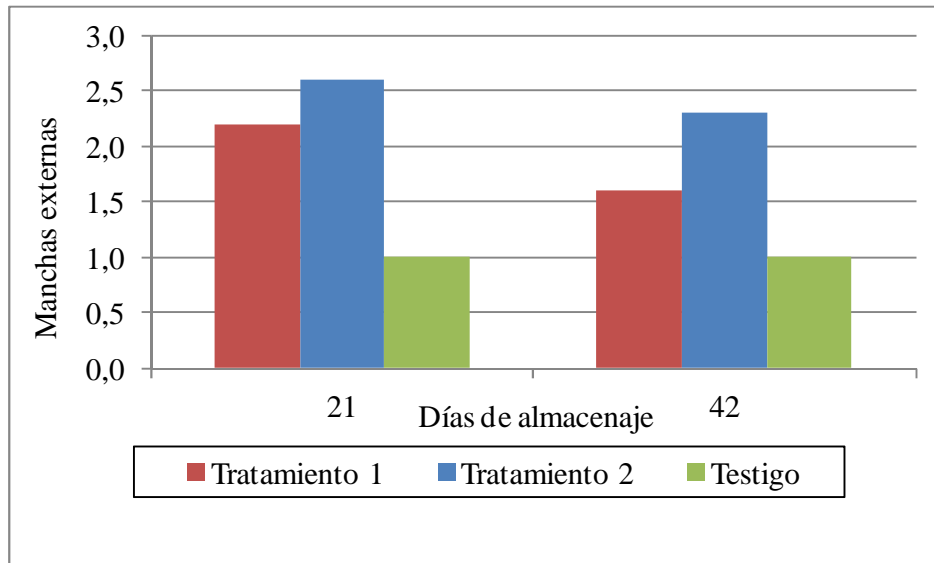


Figura 28. Incidencia de manchas externas en palta Hass para los diferentes tratamientos de fruta cosechada en M2 y almacenada en AM durante 21 y 42 días a 5°C.

Otro tipo de mancha externa fue detectada en M1 (Figura 29), en 3 frutos de una repetición del tratamiento 6. Esta mancha se encuentra ubicada en el sector del pedicelo, de color pardo oscuro, seco, con contornos y formas erráticas y sin compromiso de la pulpa.

En M2, aproximadamente el 30% de los frutos presentó la mancha (en los tratamientos 1 y 2) (Apéndices III y IV).

Existen antecedentes en la literatura que describen daños similares provocados por un bajo nivel de O_2 y alto de CO_2 (Spalding, 1981). Durante este ensayo podría haber existido una baja concentración de O_2 que duró lo suficiente para provocar el daño, previo a la realización de los orificios en las bolsas y una recuperación de este gas. Al observar el comportamiento de los gases en M2, la recuperación del O_2 fue más lenta, presentando el tratamiento 1 una mejor recuperación de del gas que el tratamiento 2. Sin embargo, no se realizó un análisis estadístico para este fenómeno.

Si bien esta mancha no provoca daño a la pulpa, fue considerada no apta para la comercialización por la apariencia externa del fruto.



Figura 29. Manchas externas observadas en palta Hass almacenada en AM durante 42 días a 5°C.

Manchas pulpa: No se observó manchas en la pulpa de la fruta en ningún tratamiento ni fecha de cosecha (Apéndices II y III).

Apariencia y aceptabilidad

En M1 a los 21 días de almacenaje, la fruta se observó sana y con buenas características organolépticas. Todos los tratamientos muestran un comportamiento similar en las variables medidas, sin existir una diferencia importante entre el testigo y los demás tratamientos (Figura 24). A los 42 días existe diferencia significativa entre los tratamientos para las variables de apariencia, firmeza y fibrosidad, obteniendo los mejores valores en estas 3 variables los tratamientos 1, 2 y 3 (Figura 31) (Apéndice II).

En M2, los dos tratamientos y el testigo, son evaluados como con una calidad organoléptica buena. No existe diferencia significativa entre tratamientos, salvo a los 42 días de almacenaje en el parámetro de apariencia, donde tanto el tratamiento 1 y 2 presentan los mejores resultados (Figura 32 y 33) (Apéndice III).

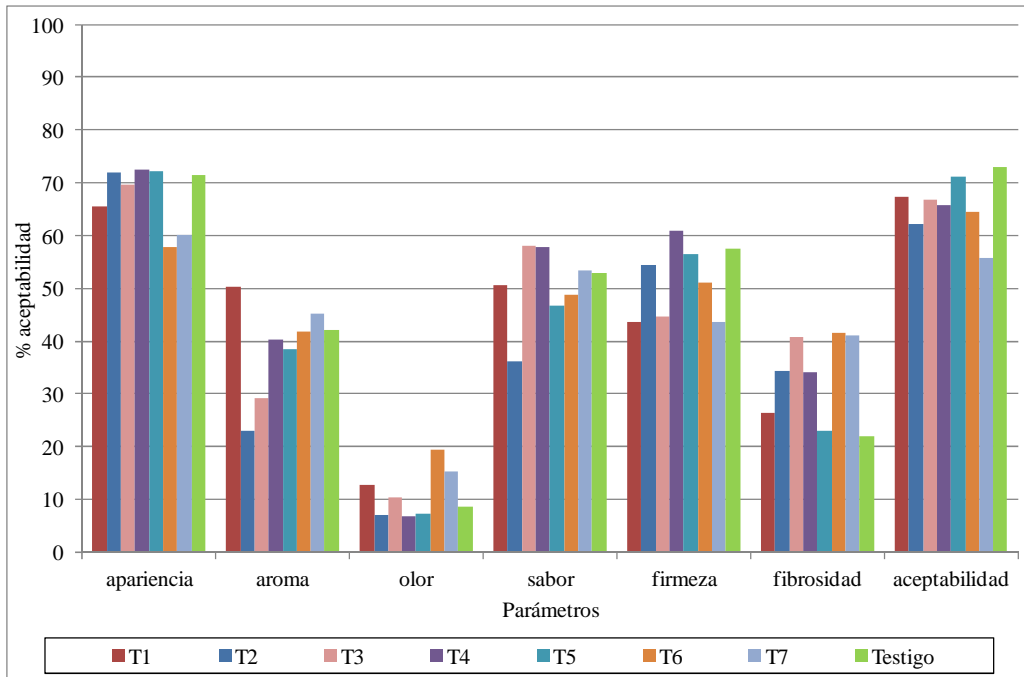


Figura 30. Panel de aceptabilidad de palta Hass para los diferentes tratamientos (T) en almacenaje de fruta cosechada en M1 a los 21 días de almacenaje en AM a 5°C+X días a 20°C.

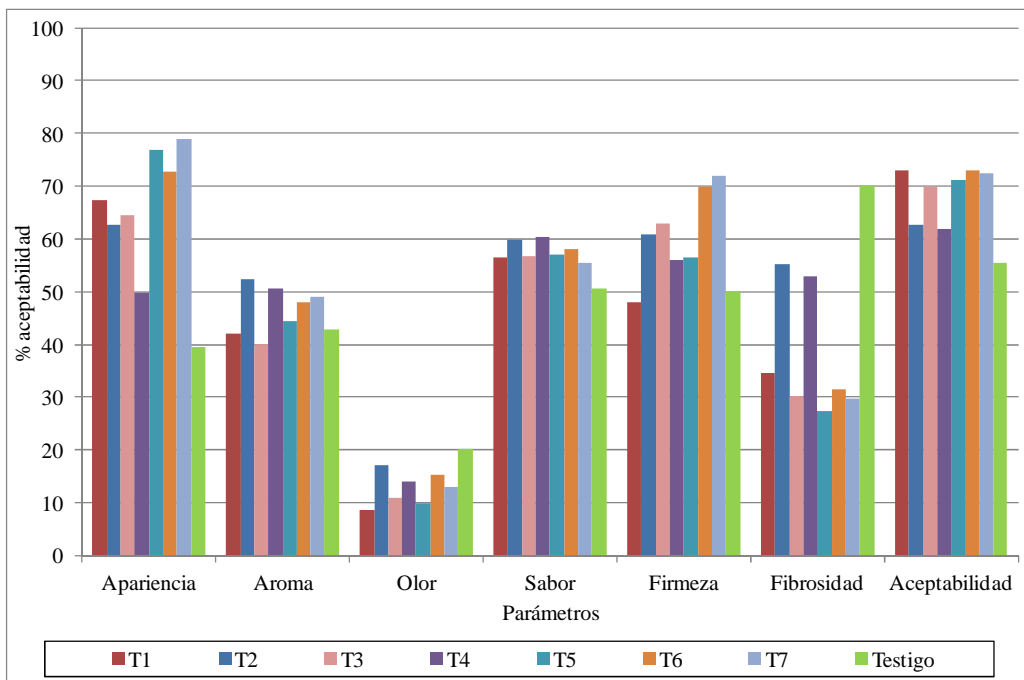


Figura 31. Panel de aceptabilidad de palta Hass para los diferentes tratamientos (T) en almacenaje de fruta cosechada en M1 a los 42 días de almacenaje en AM a 5°C+X días a 20°C.

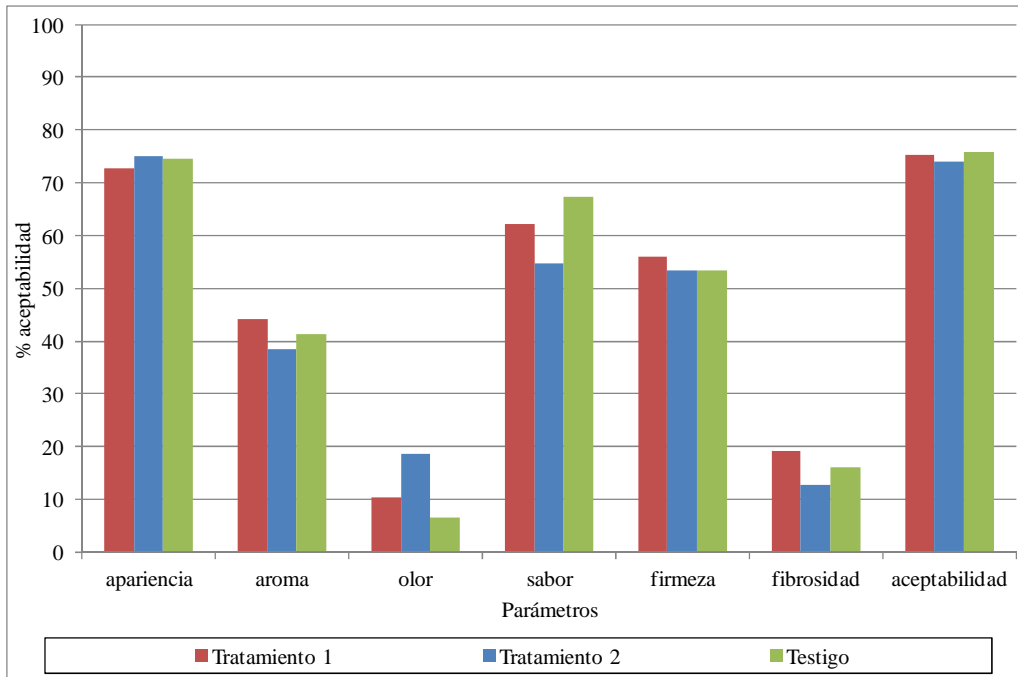


Figura 32. Panel de aceptabilidad de palta Hass para los diferentes tratamientos en almacenaje de fruta cosechada en M2 a los 21 días de almacenaje en AM a 5°C+X días a 20°C.

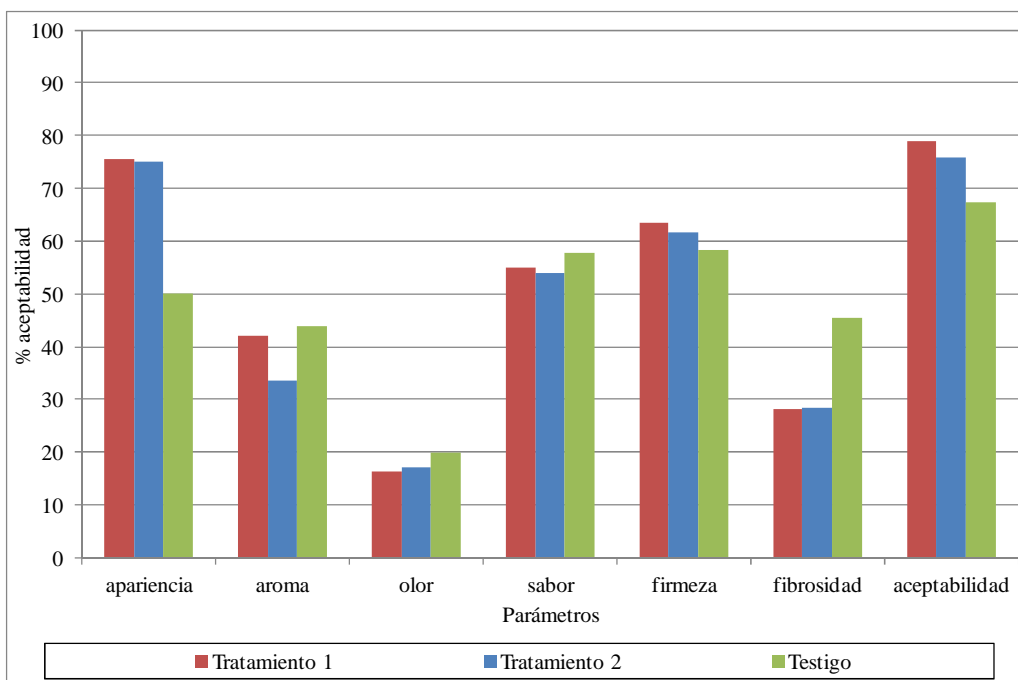


Figura 33. Panel de aceptabilidad de palta Hass para los diferentes tratamientos en almacenaje de fruta cosechada en M2 a los 42 días de almacenaje en AM a 5°C+X días a 20°C.

La parte externa de los frutos manchados, perjudica la parte cosmética del fruto y por ende, su apariencia y posterior comercialización. No se encontró que en estos frutos no se compromete la calidad de la pulpa por efecto de estas manchas.

Ensayo 3

En M1 y M2 las curvas de tasa respiratoria, para los tres estados de madurez de la palta Hass, en cada temperatura, son bastante claras, distintas y consistentes. Se puede observar que la temperatura afecta notoriamente el metabolismo de esta fruta. A 20°C la tasa respiratoria alcanza niveles altos (hasta $120 \text{ mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), alza climáctica que se relaciona con el ablandamiento. A 10 y 5°C, la tasa respiratoria disminuye considerablemente, no existiendo una diferencia significativa entre estas (con valores cercanos a los $20 \text{ mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) y sin alcanzar el alza climáctica observada a los 20°C y que se relaciona con el ablandamiento, manteniéndose su tasa respiratoria constante por largos períodos (50 días) (Figuras 34 y 35).

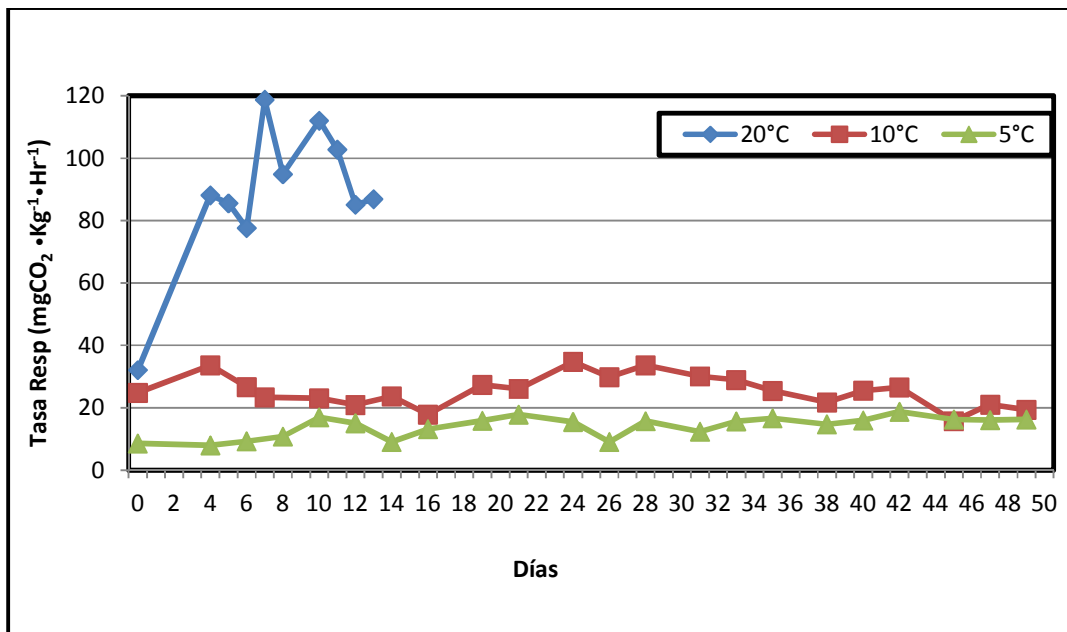


Figura 34. Tasa Respiratoria de palta Hass cosechada en M1 a 5, 10 y 20 °C.

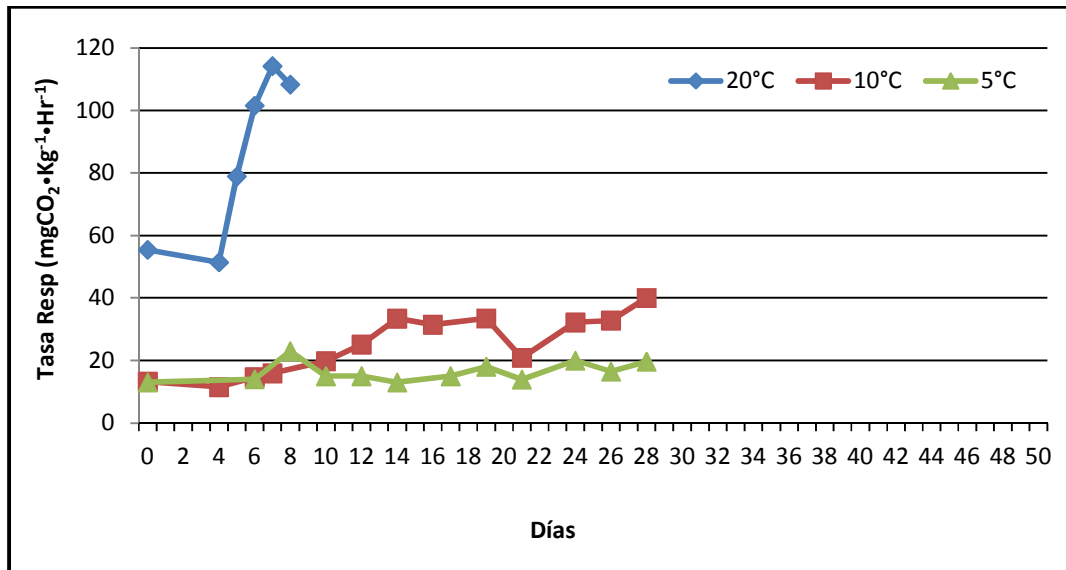


Figura 35. Tasa Respiratoria de palta Hass cosechada en M2 a 5, 10 y 20 °C.

CONCLUSIONES

1. Las bolsas fabricadas con películas plásticas con permeabilidad de $12.000 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ para el O_2 , permitieron alcanzar una concentración óptima (2-5% de O_2 y 3-10% de CO_2) entre el 4^{to} y 6^{to} día luego de selladas y mantuvieron una concentración estable durante todo el período de almacenamiento. Bolsas fabricadas con permeabilidades 8.700 y $10.500 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, lograron mantener una concentración de gases estable y adecuada luego de ser perforadas.
Las permeabilidades inferiores a $8.700 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, solo mantuvieron estable el nivel del CO_2 luego de ser perforadas y no así en el O_2 .
2. El sistema de atmósfera modificada resultó una buena opción de conservación de palta Hass para los dos estados de madurez estudiados y por largos períodos de almacenaje (21 y 42 días) a 5°C y con 95% de humedad relativa. Se encontraron efectos beneficiosos en cuanto a una disminución en la aparición e intensidad de desordenes fisiológicos como pardeamiento de fibra y pulpa, se retardó el cambio a color de cubrimiento, el ablandamiento de la pulpa y la pérdida de peso por deshidratación, mejorando y prolongando así la vida de postcosecha, sobre todo para largos períodos de almacenaje no perjudicando las características organolépticas (internas) de los frutos.
3. La temperatura afecta la tasa respiratoria de la palta Hass, resultando de máximo cuidado el control de esta durante el almacenamiento. Es prioritario mantener la cadena de frío desde el embalaje hasta el momento de abrir las bolsas, ya que cualquier alza de temperatura, genera una disminución en niveles de O_2 , cercanos a la anaerobiosis y un aumento en la concentración de CO_2 dentro de la bolsa, lo que puede causar defectos en los frutos (manchas). Por tal razón, se recomienda en caso de no ser posible mantener la cadena de frío, romper o abrir las bolsas para evitar posibles daños a la fruta.
4. A partir de este estudio, se puede deducir que es posible implementar el uso de la tecnología de AM en la exportación de palta variedad Hass. Sin embargo, es necesario realizar más estudios que permitan desarrollar a cabalidad esta tecnología, en especial con lo referente al manejo de temperatura durante el embalaje y tránsito.

BIBLIOGRAFÍA

ADATO, I Y GAZIT, S. 1974. Water-deficit stress, ethylene production, and ripening in avocado fruits. *Plant Physiol* 53: 45-46.

ARTÉS, F. 2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 7 (2): 61-85.

AUDA, C. 1980. Acondicionamiento y refrigeración de frutas. Seminario de postcosecha de frutas. Santiago: Departamento de Producción Agrícola, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. ICIRA. 128 p.

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

BERGER, H., LUZA, J., Y PERALTA, L. 1978. Almacenaje de palta Fuerte y Hass. *Proc. Tropical Región Am. Soc. Host. Sci* 22: 30-09.

BIALE, J. 1960. The posharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. *Adv. Food Res.* 10: 293-354.

CAMERON, A., TALASILA, P., Y JOLES, D. W. 1995. Predicting film permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30 (1): 25-33.

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

CLAYPOOL, L. 1975. Aspectos físicos del deterioro. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago: *Miscelaneas Agrícolas* 9: 29-37.

COMITÉ DE PALTAS HASS DE CHILE. 2010. Palta Hass. Recuperado el 07 de noviembre de 2010, de <http://www.paltahass.cl/index.php?op=b1&lang=esp&core=b>.

CORRALES-GARCÍA, J., Y TLAPA-RANGEL, C. 1999. Daños por frío y producción de etanol en aguacate (*Persea americana* Mill.) CV. Hass. *Revista Chapingo Serie Horticultura* (5): 345-351.

COVARRUBIAS, J., LIZANA, L., Y LUCHSINGER, L. 2007. Caracterización de parámetros de la madurez en frutos de Paltp (*Persea americana* Mill.) Variedad Esther, durante el almacenaje refrigerado de postcosecha. *Actas VI Congreso Mundial del Aguacate*. Viña del Mar, Chile.

DIXON, J., PAK, H., SMITH, D., ELMSLY, T., Y CUTTING, J. 2003. New Zealand and avocado fruit quality: The impact of storage temperature and maturity. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)*: 647-652.

DORRIA, M. A., FAYEK, M. A., ABD, E.-M., Y AML, R. Y. 2007. Postharvest Storage of Hass and Fuerte Avocados under Modified Atmosphere Conditions. *J Appl Sci Res* 3 (4): 267-274.

EAKS, I. L. 1978. Ripening, Respiration, and Ethylene Production of 'Hass' Avocado Fruits at 20° to 40°C. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 103 (5): 576-580.

EKSTEEN, G J Y TRUTER, A B. 1985. Effects of controlled and modified atmosphere storage on quality of eating ripe avocados. *S. Afr. Avocado Grow. Assn. Yrb* 8: 78-80.

ESCALONA, V. H. 1997. *Atmósfera modificada y uso de ácido ascórbico en lechugas (Lactuca sativa L.), zanahorias (Daucus carota L.) y cebollas (Allium cepa L.) de 4a gama.* Tesis Ing. Agr. Santiago Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 111 p.

GARCIA, C. 1997. Physiological and biochemical responses of "Hass" avocado fruits to cold storage in controlled atmospheres. *Postharvest Hort* 17: 69-74.

GIL, G. F. 2001. *Madurez de la fruta y manejo poscosecha. Fruta de climas templado y subtropical y uva de vino.* Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. Vicerrectoría Académica. Santiago. Chile. 413 p.

HERTOG, M., NICHOLSON, S., Y WHITMORE, K. 2003. The effect of modified atmospheres on the rate of quality change in "Hass" avocado. *Postharvest Biol. Technol* 29: 41-53.

HOPKIRK, G., WHITE, A., BEEVER, D., & FORBES, S. 1994. Influence of postharvest temperatures and the rate of fruit ripening on internal postharvest rots and disorders of New Zealand 'Hass' avocado fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 22 (3): 305-311.

INDAP. 2007. *Estrategias Regionales de Competitividad por Rubro. Palta Exportación Región de Valparaíso.* Indap. 37 p.

KADER, A. 2001. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. *Postharvest Horticulture Series (22A)*: 29-70.

KADER, A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40 (5): 99-100, 102-104.

KADER, A. 1994. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. En C. B. al (Ed.), *Postharvest handling of tropicals fruits: Proceedings of an international conference held at Chiang Mai, Thailand 19-23 July 1993*: 239-249.

KADER, A. 1986. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Dept. of Pomology University of California, Davis. *Outlook. Second Quarter* 13 (2): 9-10.

Kader, A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3rd Edition.* University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311. California, USA. 535 p.

KADER, A., Y ARPAIA, M. 2011. UC Davis. Postharvest technology. Recuperado el 2011 de junio de 16, de http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Aguacate_Palta/

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

LIZANA, A., SALAS, M., Y HORST, B. 1992. The Influence of Harvest Maturity, Type of Packing and Temperatures on Avocado Quality. *Proc. of Second World Avocado Congress*: 435-442.

LUTZ, J.M Y HARDENBURG, R.E. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. *Agriculture Handbook No. 66*, US Dept. Agriculture, Washington, D. C. 94 p.

LUZA, J. 1981. Caracterización y comportamiento en postcosecha de paltas raza mexicana cultivadas en Chile. Tesis Mg.Sc. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 102 p.

MANGARAJ, S., GOSWAMI, T. K., & MAHAJAN, P. V. 2009. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review. *Food Eng Rev* 1: 133-158.

ODEPA. 2009. OFICINA DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION. Recuperado el 10 de octubre de 2009, de Cifras de la agricultura.: <http://www.odepa.gob.cl>

ODEPA. 2011. Reportes rubro agrícola. Recuperado el 14 de junio de 2011, de <http://www.odepa.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle;jsessionid=0081EBBA63EDA3AD59D7FF476A7DC226?idcla=12&idn=1737>.

OLAETA, J., GARDIAZÁBAL, F., Y MARTÍNEZ, O. 1986. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad en frutos de Palto (*Persea americana* Mill.). *Agricultura técnica* 46 (3): 365-367.

RAZETO, B. 1996. Situación actual del palto en Chile. En *Cultivo del palto y perspectivas de mercado*. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N°45. Universidad de Chile. 123p

SCHLIMME, D. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30 (1): 15-17.

SNOWDON, A. L. 1990. *A Color Atlas of Post-Harvest. Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables*. Vol. 1. General Introduction & Fruits. CRC Press. Boca Raton, FL. 302 p.

SPALDING, D. H. 1981. Injury to avocados by insufficient oxygen and excessive carbon dioxide during transpiration. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 94: 299-301.

ANEXO I

Cuadro 1. Características de films plásticos utilizados para AM.

Tipo de plástico	Características
Polietileno de baja densidad	Material suave, flexible y fuerte. Buena barrera contra la humedad. Resistente a químicos. Sellable por calor y fácil de sellar. Relativamente transparente. Alta tasa de permeabilidad del CO ₂ y O ₂ .
Polietileno Lineal de baja densidad	Material suave, flexible y fuerte. Buena resistencia al desgarro, fisuración y perforación. Buena barrera contra la humedad. Buen comportamiento a baja temperatura.
Polietileno de Alta Densidad	Flexible, fuerte y resistente. Resistente a químicos y humedad. Permeables a los gases Fácil de procesar y fácil para formar. Baja claridad.
Polipropileno	Más fuerte, más denso y más transparente que el polietileno. Barrera a los gases moderada y una buena barrera de vapor de agua. Buena resistencia a productos químicos. Excelente resistencia a la grasa. Respuesta favorable al sellado por calor.
Acetato de Etilo Vinilo (EVA)	Excelente transparencia. Muy buen sellado térmico. Muy buenas propiedades adhesivas. Barrera a los gases baja. Barrera a la humedad baja.

Fuente: Mangaraj et al., 2009.

ANEXO II

Cuadro 1. Pautas de evaluación sensorial de un panel no entrenado para medir apariencia y aceptabilidad en frutos de palto var. Hass.

Evaluación de Palta

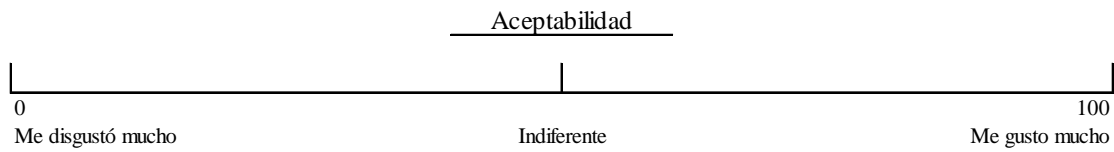
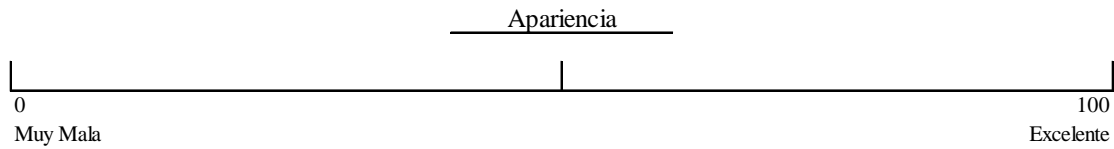
(Pauta no estructurada)

Nombre:.....

Fecha:.....

Instrucciones:

-Por favor, indique haciendo una **línea vertical**, la intensidad de cada característica si la percibe.



Cuadro 2. Pauta de evaluación sensorial de un panel entrenado para medir apariencia, aroma a palta, olor extraño, sabor, firmeza, fibrosidad y aceptabilidad en frutos de palto var. Hass.

Evaluación de Palta

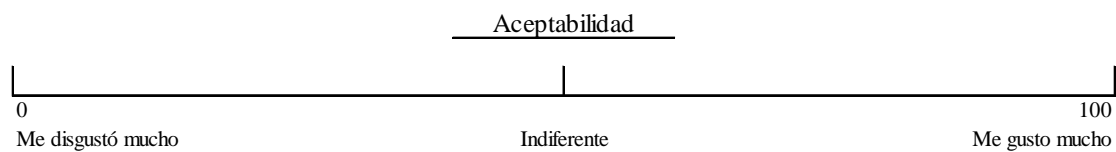
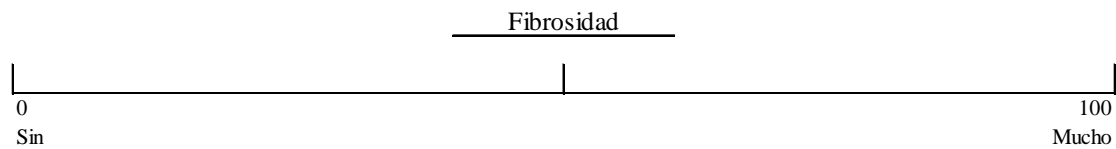
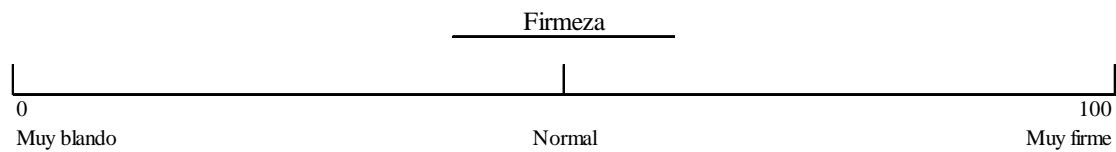
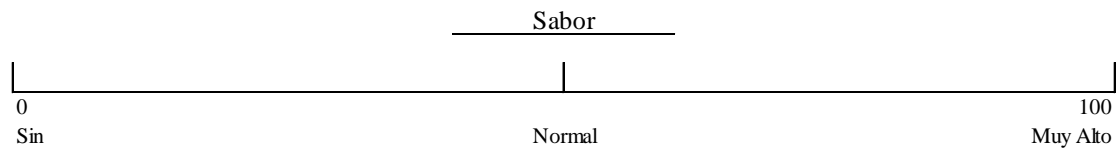
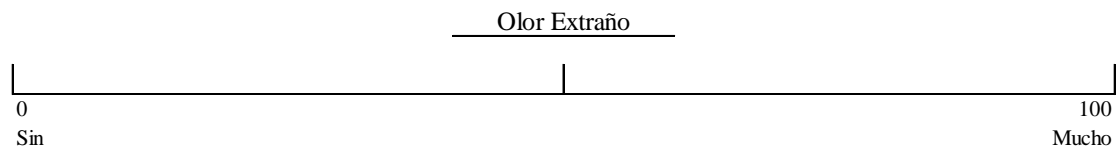
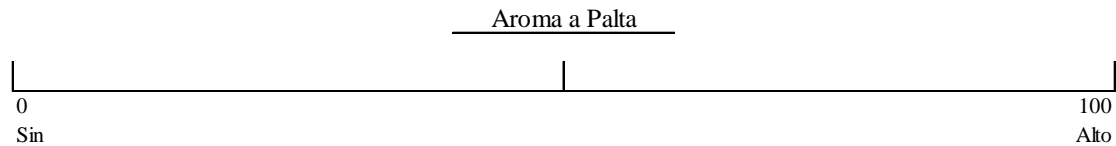
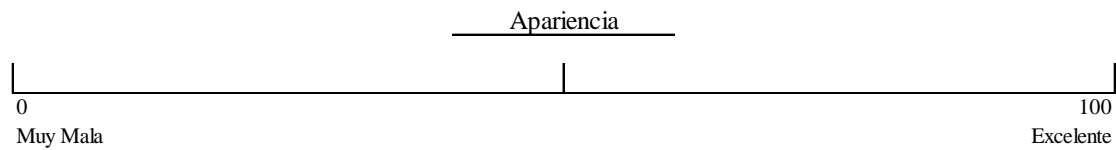
(Pauta no estructurada)

Nombre:.....

Fecha:.....

Instrucciones:

-Por favor, indique haciendo una **línea vertical**, la intensidad de cada característica si la percibe.



APÉNDICE I

Cuadro 1. Resultado de análisis estadístico para los parámetros de peso, color, firmeza y % de aceite en palta Hass, cosechada en M1 y M2 al momento de cosecha.

Fecha de cosecha	Peso fruto (g)		COLOR															Firmeza (Kg-f)		% Aceite				
			Piel						Pulpa bajo piel						Pulpa (centro fruto)									
			L		C		H _{ab}		L		C		H _{ab}		L	C	H _{ab}							
M1	223	a	36,2	a	22,8	a	123,1	a	61,4	a	47,6	a	114,6	a	79,9	a	46,8	a	104,4	a	13	a	13	b
M2	218	a	29,8	a	17,8	a	120,6	a	59	a	45,1	a	115,1	a	76	a	47,6	a	102,3	a	13	a	16	a

APÉNDICE II

Cuadro 1. Resultado de análisis estadístico para días de anaquel y los parámetros de peso, color, firmeza, % de aceite, % de deshidratación, apariencia, pudrición, manchas externas, pardeamiento y manchas grises en palta Hass, cosechada en M1 a los 21 días de AM + X días de anaquel.

Tratamiento	Días anaquel	Peso fruto inicial (g)	Peso fruto final (g)	COLOR								
				Epidermis			Pulpa bajo epidermis			Pulpa		
				L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}
1	10,4 a	218,7 a	190,6 a	24,5 a	6,9 a	38,0 ab	56,9 a	42,3 a	116,6 a	74,0 a	37,6 a	102,8 a
2	11,1 a	219,2 a	192,4 a	23,9 a	6,4 a	38,1 ab	55,0 a	41,7 a	117,5 a	74,9 a	39,5 a	104,0 a
3	10,6 a	223,3 a	194,9 a	24,2 a	6,2 a	36,1 ab	61,7 a	42,1 a	117,1 a	74,2 a	39,3 a	103,2 a
4	9,9 a	225,2 a	199,4 a	24,0 a	6,4 a	33,7 b	56,0 a	42,2 a	116,7 a	76,1 a	40,1 a	103,7 a
5	10,6 a	215,6 a	189,5 a	24,0 a	6,3 a	40,6 a	55,4 a	41,9 a	116,4 a	74,0 a	40,5 a	103,2 a
6	11,4 a	214,1 a	186,6 a	24,2 a	6,7 a	39,1 ab	55,7 a	41,7 a	115,9 a	73,6 a	38,5 a	103,0 a
7	10,4 a	225,0 a	195,7 a	24,1 a	6,2 a	38,7 ab	55,9 a	42,3 a	116,4 a	76,0 a	40,6 a	102,6 a
Testigo	10,2 a	219,8 a	195,9 a	24,4 a	6,1 a	39,1 ab	56,0 a	41,3 a	116,8 a	76,4 a	39,2 a	103,2 a

Tratamiento	Días anaquel	Firmeza (Kg-f)	% Aceite	% Deshidratación	Apariencia	Pudrición	Manchas externas	Pardeamiento		Manchas grises
								Fibra	Interno	
1	10,4 a	0,5 a	13,4 a	12,8 a	4,7 a	1,0 a	1,0 a	3,0 a	1,2 a	1,0 a
2	11,1 a	0,5 a	12,4 a	12,2 a	4,5 a	1,1 a	1,0 a	3,0 a	1,2 a	1,0 a
3	10,6 a	0,4 a	13,0 a	12,7 a	4,5 a	1,1 a	1,0 a	3,0 a	1,1 a	1,0 a
4	9,9 a	0,5 a	12,9 a	11,5 a	5,0 a	1,0 a	1,0 a	2,8 a	1,0 a	1,0 a
5	10,6 a	0,5 a	12,3 a	12,1 a	4,2 a	1,1 a	1,0 a	3,3 a	1,2 a	1,0 a
6	11,4 a	0,5 a	13,0 a	12,9 a	3,9 a	1,0 a	1,0 a	3,3 a	1,5 a	1,0 a
7	10,4 a	0,4 a	12,7 a	13,0 a	4,1 a	1,0 a	1,0 a	3,5 a	1,2 a	1,0 a
Testigo	10,2 a	0,5 a	12,2 a	10,9 a	4,1 a	1,2 a	1,0 a	3,5 a	1,2 a	1,0 a

Cuadro 2. Resultado de análisis estadístico para días de anaquel y los parámetros de peso, color, firmeza, % de aceite, % de deshidratación, apariencia, pudrición, manchas externas, pardeamiento y manchas grises en palta Hass, cosechada en M1 a los 42 días de AM + X días de anaquel.

Tratamiento	Días anaquel	Peso fruto inicial (g)	Peso fruto final (g)	COLOR								
				Epidermis			Pulpa bajo epidermis			Pulpa		
				L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}
1	13,4 ab	221,8 a	191,2 a	23,3 a	5,7 ab	40,7 a	54,3 a	40,3 a	116,8 a	71,3 a	36,6 ab	101,9 a
2	12,9 ab	217,9 a	190,8 a	23,6 a	5,3 ab	41,9 a	52,9 a	39,7 a	115,7 a	71,6 a	37,6 ab	101,1 a
3	13,3 ab	218,6 a	189,5 a	23,4 a	5,7 ab	38,8 a	54,1 a	40,6 a	117,0 a	72,0 a	38,0 ab	102,7 a
4	12,9 ab	220,1 a	191,5 a	23,1 a	5,1 b	38,8 a	54,5 a	40,3 a	115,8 a	71,2 a	36,6 ab	101,8 a
5	14,3 a	217,7 a	185,1 a	23,0 a	6,6 ab	42,5 a	54,7 a	40,8 a	116,5 a	72,2 a	38,9 a	103,6 a
6	13,6 a	215,5 a	187,1 a	23,7 a	6,9 a	40,3 a	54,4 a	40,7 a	116,3 a	73,4 a	38,2 ab	102,2 a
7	13,0 ab	215,9 a	187,8 a	23,7 a	5,9 ab	37,8 a	53,7 a	41,6 a	116,9 a	74,4 a	40,3 a	102,7 a
Testigo	11,0 b	214,0 a	187,0 a	23,9 a	5,0 b	44,6 a	54,7 a	39,0 a	112,4 a	68,5 a	34,5 b	101,5 a

Tratamiento	Días anaquel	Firmeza (Kg-f)	% Aceite	% Deshidratación	Apariencia	Pudrición	Manchas externas	Pardeamiento		Manchas grises
								Fibra	Interno	
1	13,4 ab	0,5 a	12,7 a	13,9 a	4,0 a	1,2 a	1,0 a	3,9 b	1,6 a	1,0 a
2	12,9 ab	0,6 a	11,8 a	12,4 a	4,2 a	1,3 a	1,0 a	3,5 b	1,3 a	1,0 a
3	13,3 ab	0,6 a	12,4 a	13,3 a	4,6 a	1,1 a	1,0 a	3,3 b	1,3 a	1,0 a
4	12,9 ab	0,6 a	13,0 a	13,8 a	4,3 a	1,1 a	1,0 a	3,8 b	1,3 a	1,0 a
5	14,3 a	0,5 ab	12,5 a	15,0 a	4,2 a	1,2 a	1,0 a	3,7 b	1,2 a	1,0 a
6	13,6 a	0,6 a	13,8 a	13,2 a	4,3 a	1,1 a	1,0 a	3,1 b	1,4 a	1,0 a
7	13,0 ab	0,5 ab	12,3 a	13,0 a	4,5 a	1,2 a	1,0 a	3,2 b	1,5 a	1,0 a
Testigo	11,0 b	0,4 b	13,2 a	12,6 a	3,2 a	1,8 a	1,0 a	4,6 a	2,1 a	1,0 a

APÉNDICE III

Cuadro 1. Resultado de análisis estadístico para días de anaquel y los parámetros de peso, color, firmeza, % de aceite, % de deshidratación, apariencia, pudrición, manchas externas, pardeamiento y manchas grises en palta Hass, cosechada en M2 a los 21 días de AM + X días de anaquel.

Tratamiento	Días anaquel	Peso fruto inicial (g)	Peso fruto final (g)	COLOR								
				Epidermis			Pulpa bajo epidermis			Pulpa		
				L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}
1	7,1 b	216,2 a	200,7 a	24,9 a	4,1 a	52,1 a	50,7 a	40,1 a	116,1 b	75,1 a	45,6 a	100,9 a
2	7,6 a	224,6 a	206,8 a	25,0 a	4,0 a	54,4 a	50,6 a	39,6 a	116,2 ab	74,3 a	45,8 a	100,3 a
Testigo	7,2 b	215,7 a	199,0 a	24,7 a	4,0 a	55,3 a	53,3 a	40,3 a	116,8 a	75,0 a	42,7 b	100,5 a

Tratamiento	Días anaquel	Firmeza (Kg-f)	% Aceite	% Deshidratación	Apariencia	Pudrición	Manchas externas	Pardeamiento		Manchas grises
								Fibra	Interno	
1	7,1 b	0,6 a	18,6 a	7,2 b	4,6 a	1,1 a	2,2 a	2,6 b	1,2 a	1,0 a
2	7,6 a	0,6 a	18,7 a	7,9 a	4,2 a	1,2 a	2,6 a	3,4 a	1,3 a	1,0 a
Testigo	7,2 b	0,5 a	19,5 a	7,8 ab	4,4 a	1,0 a	1,0 b	2,9 b	1,2 a	1,0 a

Cuadro 2. Resultado de análisis estadístico para días de anaquel y los parámetros de peso, color, firmeza, % de aceite, % de deshidratación, apariencia, pudrición, manchas externas, pardeamiento y manchas grises en palta Hass, cosechada en M2 a los 42 días de AM + X días de anaquel.

Tratamiento	Días anaquel	Peso fruto inicial (g)	Peso fruto final (g)	COLOR								
				Epidermis			Pulpa bajo epidermis			Pulpa		
				L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}	L	C	H _{ab}
1	6,3 a	222,9 a	208,7 a	26,3 a	4,9 a	55,3 b	50,1 b	38,7 a	116,4 a	72,7 a	42,1 a	100,4 a
2	6,4 a	219,8 a	204,9 ab	26,7 a	5,4 a	55,3 b	50,6 b	38,8 a	116,0 a	73,9 a	41,9 a	100,0 a
Testigo	5,4 b	209,8 b	197,9 b	25,8 a	5,3 a	66,7 a	52,5 a	37,7 a	115,1 a	73,2 a	39,4 b	99,7 a

Tratamiento	Días anaquel	Firmeza (Kg-f)	% Aceite	% Deshidratación	Apariencia	Pudrición	Manchas externas	Pardeamiento		Manchas grises
								Fibra	Interno	
1	6,3 a	0,6 a	18,8 a	6,4 ab	4,7 a	1,1 a	1,6 a	2,7 b	1,3 b	1,0 a
2	6,4 a	0,6 a	19,5 a	6,8 a	4,1 a	1,2 a	2,3 a	3,3 a	1,3 b	1,0 a
Testigo	5,4 b	0,6 a	19,1 a	5,7 b	3,0 b	1,1 a	1,0 b	4,0 a	2,9 a	1,0 a

APÉNDICE IV



Figura 1. Aspecto visual interno de palta Hass en los diferentes tratamientos en M1 a los 42 días de almacenaje a 5°C +16 días de anaquel a 20°C.



Figura 2. Aspecto visual interno de palta Hass en tratamientos 1, 2 y testigo en M2 a los 42 días de almacenaje a 5°C +6 días de anaquel a 20°C.



Figura 3. Aspecto visual externo de palta Hass en tratamiento 2 en M2 a los 42 días de almacenaje a 5°C.



Figura 4. Aspecto color externo de palta Hass en tratamientos 1, 2 y testigo en M2 a los 42 días de almacenaje a 5°C.

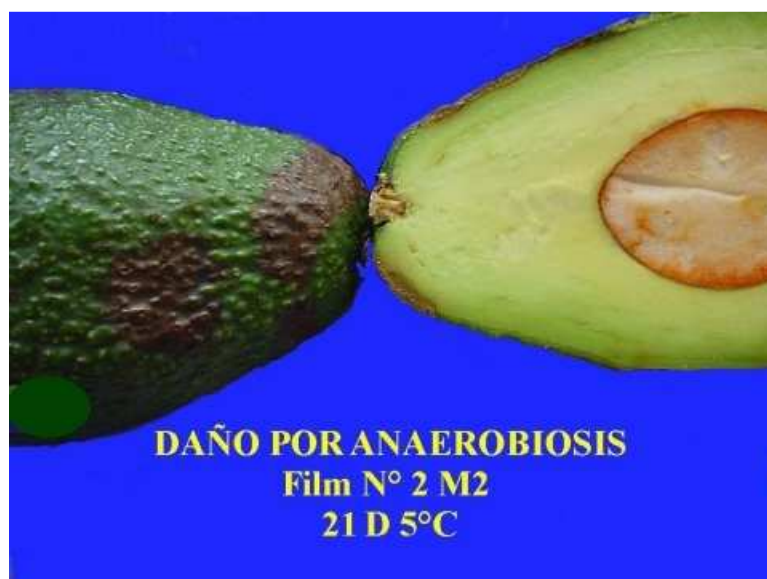


Figura 5. Daño externo e interno causado por anaerobiosis en palta Hass en tratamiento 2 de M2 a los 21 días de almacenaje a 5°C.



Figura 6. Daño externo causado por anaerobiosis en palta Hass en tratamiento 2 de M2 a los 42 días de almacenaje a 5°C.

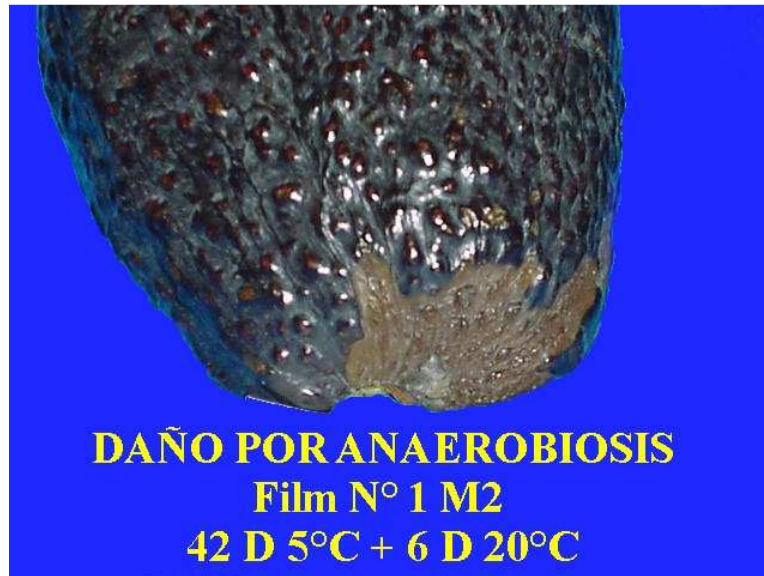


Figura 7. Daño externo causado por anaerobiosis en tratamiento 1 en M2 a los 42 días de almacenaje a 5°C +6 días de anaquel a 20°C.