

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

**ESTUDIO DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS DE CERAS
NATURALES, SOBRE LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA DE
ALMACENAJE REFRIGERADO DE PALTA (*Persea Americana* Mill.) cv.
FUERTE EN DOS ESTADOS DE MADUREZ.**

LUIS EUGENIO CELEDÓN ESCOBAR

QUILLOTA CHILE

2005

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Hipótesis.....	2
1.2.	Objetivo general.....	2
1.3.	Objetivos específicos.....	2
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	Producción de paltas en Chile.....	3
2.2.	Cosecha.....	3
2.3.	Almacenaje.....	4
2.4.	Ceras.....	6
2.5.	Color.....	9
2.5.1.	Especificación del color percibido.....	10
2.5.2.	Interpretación psicofísica el color.....	10
3.	MATERIAL Y MÉTODO.....	13
3.1.	Determinación de los estados de madurez.....	13
3.2.	Cosecha.....	13
3.3.	Aplicación de ceras.....	14
3.4.	Parámetros evaluados	14
3.5.	Diseño experimental.....	17
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	19
4.1.	Efecto de la aplicación de ceras y del período de almacenaje sobre paltas cv. Fuerte en un estado de madurez 1	19
4.1.1.	Pérdida de peso.....	19
4.1.2.	Resistencia de la pulpa a la presión.....	22
4.1.3.	Color de la epidermis.....	24
4.1.3.1.	Luminosidad.....	24
4.1.3.2.	Croma.....	26
4.1.3.3.	Ángulo de tono.....	27
4.1.4.	Color de la pulpa.....	33
4.1.4.1.	Luminosidad.....	33
4.1.4.2.	Croma.....	34
4.1.4.3.	Ángulo de tono.....	35
4.1.5.	Daños por hongos.....	36
4.1.6.	Panel de degustación.....	36
4.1.6.1.	Apariencia externa.....	37
4.1.6.2.	Apariencia interna de la pulpa.....	38

4.1.6.3.	Sabor	38
4.1.6.4.	Textura.....	40
4.1.7.	Daños internos.....	40
4.2.	Efecto de la aplicación de ceras y del período de almacenaje sobre paltas cv. Fuerte en un estado de madurez 2	42
4.2.1.	Pérdida de peso.....	42
4.2.2.	Resistencia de la pulpa a la presión... ..	44
4.2.3.	Color de la epidermis.....	45
4.2.3.1.	Luminosidad.....	45
4.2.3.2.	Croma.....	48
4.2.3.3.	Ángulo de tono.....	50
4.2.4.	Color de la pulpa.....	53
4.2.4.1.	Luminosidad.....	53
4.2.4.2.	Croma.....	54
4.2.4.3.	Ángulo de tono.....	56
4.2.5.	Daños por hongos.....	58
4.2.6.	Panel de degustación.....	58
4.2.6.1.	Apariencia externa.....	58
4.2.6.2.	Apariencia interna de la pulpa.....	59
4.2.6.3.	Sabor	60
4.2.6.4.	Textura.....	60
4.2.7.	Daños internos.....	61
5.	CONCLUSIONES.....	62
6.	RESUMEN.....	64
7.	ABSTRACT.....	65
8.	LITERATURA CITADA.....	66

1. INTRODUCCIÓN

Los consumidores modernos prestan cada vez más atención a la calidad de los productos alimenticios que adquiere. La tendencia de los mercados hacia alimentos sanos, libres de contaminación ha llevado al uso de elementos naturales y orgánicos en la producción y conservación de dichos alimentos, dentro de este contexto toma cada vez mayor importancia el uso de ceras naturales en la lucha por conservar por más tiempo la vida útil de los vegetales en postcosecha (UNDURRAGA y OLAETA 2004).

Durante los últimos años, se ha dado más atención al uso de ceras con el fin de generar una modificación de la atmósfera interna de frutos, para alcanzar efectos beneficiosos similares de los almacenajes atmósfera modificada y controlada, como también reducir pérdida de humedad y mejorar el brillo superficial de los frutos (BANKS, CUTTING y NICHOLSON, 1997). La preferencia de los consumidores hacia frutos brillantes, entre otros factores, contribuyó a resaltar la importancia del encerado con ceras naturales en frutos de palta, lo que es utilizado comercialmente en Sudáfrica e Israel (DURAND *et al*, 1984; KREMER-KÖHNE y DUVENHAGE, 1997)

Es conocido que el encerado prolonga la vida de almacenaje de paltas, reduciendo la pérdida de agua y modificando la atmósfera interna de los frutos (JEONG, HUBER y SARGENT, 2003). Estos sistemas presentan ventajas sobre los atributos de la calidad de los frutos, permiten una alternativa de mejor costo y facilidad de aplicación que otros sistemas de conservación como la atmósfera modificada o controlada. En la búsqueda de nuevos mercados para la palta chilena como el europeo, ha llevado a que el desarrollo de sistemas de conservación sea cada vez más importante, puesto que el efecto de los largos viajes vía marítima, inevitablemente merman la calidad del producto (CARRILLO y LIZANA, 1995).

Por estas razones, se ha propuesto el siguiente ensayo, que pretende determinar el efecto de tres tipos de ceras naturales, que actualmente se utilizan en la conservación de frutos y establecer su posible uso en los procesos de conservación de postcosecha de paltas cv. Fuerte.

1.1. Hipótesis:

La aplicación de las ceras Prima fresh 31 K, Natural Shine 9000 y Sta-fresh 975, en dos estados de madurez, prolongan la vida en almacenaje de la palta cv. Fuerte mejorando la presentación de los frutos.

1.2. Objetivo general:

Determinar el efecto de las ceras Prima fresh 31 K, Natural Shine 9000 y Sta-fresh 975, sobre frutos de palta cv Fuerte en almacenaje refrigerado, a 7 °C.

1.3. Objetivos específicos:

Determinar el efecto de las ceras Prima fresh 31 K, Natural Shine 9000 y Sta-fresh 975 sobre la vida de anaquel de palta cv. Fuerte en dos estados de madurez.

Evaluar el período de cuatro períodos de almacenaje sobre la condición de paltas cv. Fuerte en dos estados de madurez.

Determinar el efecto de tres ceras naturales Prima fresh 31 K, Natural Shine 9000 y Sta-fresh 975 sobre la calidad organoléptica de palta cv. Fuerte.

Evaluar el efecto de cuatro períodos de almacenaje refrigerado a 7 °C sobre la calidad organoléptica de palta cv. Fuerte para dos estados de madurez.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Producción de paltas en Chile:

Chile es el tercer país productor de palta del mundo con una superficie de 23.260 hectáreas y una producción de 135.000 toneladas, de las cuales se exportaron 97.647 toneladas en el año 2003. El principal país de destino es Estados Unidos, con una participación del 95% en el volumen exportado. Conforme a los datos entregados por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) en el año 2004, resalta el aumento verificado en las exportaciones a Francia y el Reino Unido (2% y 1,7%, respectivamente), mercados que triplicaron la cantidad de paltas chilenas importadas con anterioridad.

2.2. Cosecha:

RANNEY *et al.*, (1992) establecieron la relación existente entre la madurez filológica y el contenido de materia seca de frutos de palto, considerando este sistema como el método más adecuado para determinar la mejor relación madurez-calidad.

LATORRE (1994) determinó que para el cv. Fuerte se obtenían niveles de palatabilidad de "muy agradable" se vinculo a valores de 16,05 % de aceite. Junto con esto determinó las curvas de relación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje humedad, obteniendo la siguiente curva de regresión para el cv. Fuerte:

$$Y = 92,338 - 1,052 * \% \text{ de Humedad.}$$

Determinó que el porcentaje máximo de humedad con que deberían cosecharse los frutos del cv. Fuerte es 77,86%.

2.3. Almacenaje:

En el almacenaje de paltas cv. Fuerte la pérdida de humedad es uno de los factores de importancia que conduce a un posterior deterioro de los frutos. Un incremento en la pérdida de humedad resulta en un estrés durante el almacenaje, no solo realza la acción de la polifenol oxidasa (PPO) y los síntomas visuales de desórdenes fisiológicos, si no que también aumenta el predominio de desordenes patológicos (BOWER y CUTTING, 1987). BOWER y MAGWAZA (2004) proponen que pérdidas de masa de los frutos del 8% o más, favorecen el daño por frío en la epidermis de paltas cv. Fuerte. La reducción de la pérdida de agua durante los primeros 10 días de almacenaje, determina la capacidad de resistencia de la fruta a desordenes fisiológicos causados por el frío. Una alta humedad relativa en la cámara de frío podría retardar la pérdida de humedad. Los ensayos de postcosecha de paltas deben considerar almacenajes con humedades de cámara no inferiores al 90% para evitar que la deshidratación de la fruta supere de 10%, nivel que no alcanza a comprometer su valor comercial (BEZUIDENHOUT, VORSTER y TOERIEN, 1992). Según MARURI (1990), el índice de madurez expresado en términos de contenido de aceite, no tiene influencia sobre la pérdida de peso en paltas cv. Edranol. El aumento en la madurez da lugar a una disminución de la cantidad de agua perdida, por lo tanto, frutos cosechados más tardíamente pierden menos agua que aquellos cosechados con una madurez menor (CUTTING y WOLSTENHOLME, 1992).

El desarrollo de alteraciones fisiológicas es el principal problema que limita el almacenamiento de paltas. La palta Hass presenta menos susceptibilidad a estos daños; por ello su potencial de conservación es mayor que el de la Fuerte (BERGER, AUDA y GONZALEZ 1982). La temperatura a la cual se presentan los daños pro frío, dependen del cultivar y de la duración del almacenaje refrigerado (BERGER, 1996). VORSTER ,TOERIEN y BEZUIDENHOUT, 1987 proponen que durante la temporada, el régimen térmico para una variedad específica debe ser ajustado de acuerdo al contenido de humedad de la fruta, ya que la fruta más

temprana de la temporada es más sensible a las bajas temperaturas que la fruta más tardía de la temporada.

Con la evolución de la maduración durante el almacenaje y la llegada de la senescencia, se espera una disminución en la presión de la pulpa, pues a pesar de ser un parámetro físico, está estrictamente relacionado con la solubilización de las sustancias pecticas que poseen el grupo carboxílico ligado al calcio (protopectina). En el ablandamiento de frutos de palta se han detectado aumentos en la actividad de enzimas hidrolíticas como la celulasa y la pilogalacturonasa (BERGER, 1996), considerándose la celulasa como principal responsable del ablandamiento de los frutos a 22°C (ZAUBERMAN y JOBIN-DECOR, 1995).

La decoloración de la pulpa de los frutos de paltas son reacciones las que causan el oscurecimiento de los tejidos. La principal enzima implicada es la polifenol oxidasa (PPO o PFO). Pero esta enzima de por si sola no es capaz de causar el oscurecimiento. Un grupo de compuestos fenólicos y el oxígeno deben estar presentes, de esta manera los fenoles se oxidan formando compuestos coloreados oscuros, dando el aspecto de desorden fisiológico. Para que se produzca el contacto entre ambos, debe existir tejido dañado producto del frío. Por lo tanto hay tres factores que determinan la intensidad del daño, alta actividad de la PPO, alta concentración de compuestos fenólicos y la cantidad de tejido dañado. BOWER (1988) afirma que los desórdenes de poscosecha se incrementan desde 14% después de 21 días, a 30 % después de 30 días y a 58% después de 44 días de almacenaje

CUTTING y WOLSTENHOLME (1992) observaron en frutos de palta cv. Fuerte almacenados a 5,5°C, son más susceptibles a la decoloración de la pulpa a medida que son cosechados más tarde en la temporada, y la susceptibilidad de oscurecimiento vascular es más frecuente en fruta de inicio de temporada. Por otro lado CUTTING, BOWER y WOLSTENHOLME (1988) afirman que el potencial y a

menudo la incidencia de desordenes fisiológicos, oscurecimientos vasculares y decoloración del mesocarpio, aumentan con el incremento de la madurez. A medida que los frutos se cosechan más tarde, la concentración mineral de las membranas es menor. Esto tendría un efecto principal en estabilidad e integridad de la membrana, lo que puede explicar porqué las frutas tienden a desarrollar desórdenes fisiológicos más tarde en la temporada (CUTTING y WOLSTENHOLME, 1992). Concordante con las investigaciones realizadas en Chile con cv. Fuerte, los que indican que a medida que avanza la madurez de cosecha, la incidencia e intensidad del pardeamiento y oscurecimiento de fibras, en almacenaje refrigerado, van en aumento (BERGER, 1996).

Durante el almacenamiento de la fruta no se deben considerar como posibles índices de la maduración al contenido de humedad, aceite, acidez ni pH puesto que sus valores son similares durante la guarda en frío, solo debería considerarse la firmeza del mesocarpio o la resistencia a la presión de la pulpa (LUZA, 1981).

2.4. Ceras:

La utilización de ceras puede ser beneficioso, dado que en algunos casos puede llegar a modificar la atmósfera interna. La respuesta depende de la composición de la cera e incluso del estado fisiológico de la fruta. Sin embargo, esta modificación puede conllevar a un incremento de volátiles (etanol y acetaldehído) y afectar negativamente a su sabor. (MARTINEZ-JAVEGA, 1995)

Las ceras son comúnmente usadas para paltas de exportación, en Sudáfrica e Israel, para mejorar la apariencia y para aumentar la vida de almacenaje. La Unión Europea, ha puesto una restricción al uso de ceras polietilénicas y permite actualmente solo el uso de ceras naturales. Respecto a esto, KREMER-KÖHNE y DUVENHAGE (1997) demostraron que la cera "Sta-fresh", una cera de emulsión natural que contiene cera de shellac y carnauba dio resultados equivalentes o mejores que las ceras polietilénicas en términos de desordenes fisiológicos,

apariciencia externa y vida de almacenaje. Por otra parte JOHNSTON y BANKS (1998), describen como la mejor cobertura para paltas a las ceras polietilénicas, ya que proporcionan una mayor reducción en pérdida total de peso y realza el brillo, favoreciendo el intercambio de gases y reduciendo la salida de vapor de agua. Esta reducción en la pérdida de peso puede llegar sobre el 50 %, dependiendo del tipo de cobertura y la concentración usada, al mismo tiempo que disminuyen el O₂ e incrementa el CO₂ internos. Por otra parte, las ceras podrían causar fermentación si la temperatura de viaje, maduración o de almacenaje son demasiado altas. Tales modificaciones internas pueden reducir la madurez por efecto directo en procesos como el cambio de color y la textura (BANKS *et al.* 1997). Alternativamente a la inhibición de la respiración, limita la disponibilidad energética para los procesos de deterioro y conserva esta energía para los tejidos finos (ZAGORY y KADER, 1988).

Beneficios, en términos de reducción de la tasa de madurez, se asocia a los efectos combinados de ambos gases, disminución de O₂ y aumento de CO₂. Este concepto fue observado por BANKS *et al.* (1997) en manzanas, en las cuales la modificación de los niveles de ambos gases afecto el ángulo de tono (h°) de los frutos. Similar relación son probablemente aplicables para otros procesos asociados con la madurez, como la respiración y ablandamiento.

JOYCE, SHORTER y JONES (1995) relataron que en paltas cv. Hass almacenadas a temperatura constante de 22 °C, se presentó una pérdida de peso diaria de 0,99 %, no obstante, si los frutos son tratados con ceras, como en el caso de Colin Campbell Chemistry, esta pérdida de peso diaria se reduce a un 0,51%. JEONG *et al.* (2003), determinaron que el uso de cera (Sta-Fresh 819, FMC Food Tech) en paltas, únicamente reduce la pérdida de peso y retrasa el ablandamiento, pero no retrasa la evolución climacterica del etileno, ni la tasa de respiración de los frutos.

ECHEVERRÍA (1988), encontró que las cubiertas de ceras imprimían un cierto grado de rechazo o indiferencia a los frutos, según el criterio de los jueces frente a las características sensoriales de apariciencia externa, textura, color de pulpa y sabor para estados de madurez más avanzados (18 – 21 % aceite).

MARURI (1990), determino que la evolución de la madurez del cv. Edranol, en términos de ablandamiento de la pulpa, no tiene variaciones cuando la fruta se mantiene durante 20 días en almacenaje refrigerado. Para 30 o 40 días se provoca una reducción en la resistencia de la pulpa a la presión, en los frutos sin cera, mientras que en frutos encerados, la pérdida de presión de la pulpa es menos que en los testigos, para estados más avanzados de madurez. Esta diferencia se apreció solo en almacenajes prolongados (40 días). En cambio ALVARES *et al.*, (2000) determinaron que el uso de ceras en paltas de cv. Fuerte y mantenidas a temperatura ambiente no interfieren en los contenidos de sólidos solubles totales, índice pH y resistencia de la pulpa a la presión, pero tiene un efecto significativo en la reducción de la pérdida de peso de los frutos.

DURAND *et al.* (1984) sostenía que el encerado artificial forma un film uniforme sobre la capa de cera natural, a veces incompleta, el que causa una disminución de las pérdidas de humedad, un leve y paulatino incremento del CO₂, una posible disminución del O₂ interno durante el preclimaterio de fruta almacenada y reduciría la síntesis de C₂H₄ durante el climaterio. Por otro lado JEONG (2003), afirma que frutos encerados muestran patrones normales de respiración y de etileno, sugiriendo que los patrones normales de difusión no se ven alterados perceptiblemente. La única opción de modificación de la atmósfera interna (disminución de O₂ y aumento de CO₂) es la contribución en el retraso de la maduración.

DURAND *et al.* (1984) afirma que la aplicación de ceras a paltas de cv. Fuerte, permite dar una continuidad superficial a la cera natural, de modo que la evolución del fruto varíe, retardando el ablandamiento y mejorando la apariencia.

BASKARAN, PUYED y HABIBUNNISA 2002 determinaron que la atmósfera modificada más el uso de una emulsión de cera en frutos de paltas cv. Fuerte mantiene por más tiempo el color verde, resistencia de la pulpa y mejores condiciones por cuatro a cinco semanas de almacenaje refrigerado a 8±2 °C. Los frutos no tratados con cera ni con embalaje se ablandaron, desarrollaron coloración

parde de la pulpa llegando a ser incomedibles al cabo de tres días a temperatura ambiente. Los frutos almacenados a 2 °C desarrollan daño por frío, pitting en la piel y son rechazados después de nueve días de almacenaje. En el caso de los frutos de cv. Fuerte que se les dio el tratamiento de inmersión en cera y almacenaje en bolsas de polietileno de baja densidad tenían excelente color, apariencia, sabor y la mejor aceptación.

LYE *et al.* (2003) afirman que el uso de cera es suficiente para retardar la pérdida de coloración verde de la cáscara de frutos de lima bajo refrigeración a 10 °C, pero las dosis deben ser evaluadas para evitar la alteración en el sabor y aroma de los frutos, efecto causado posiblemente la modificación de la atmósfera interna lo que puede haber generado contenidos elevados de etanol y acetaldehído.

MAIBEE (1993) determinó que paltas cosechadas tarde en la temporada, con un nivel de aceite superior a un 20 %, no pueden ser almacenadas por un período mayor a seis días conservando su calidad. Determinando además que las ceras en si, solo cumplen el rol de evitar una pérdida acelerada de la resistencia de la pulpa a la presión y del peso del fruto, aportando un brillo atractivo sobre la apariencia, pero no es capaz de detener el proceso madurativo y evitar el desarrollo de desordenes fisiológicos. BANKS, CUTTING y NICHOLSON (1997) afirma que el uso de ceras provee de algunos beneficios visuales como incremento del brillo o profundidad en la percepción del color.

2.5. Color:

El color es uno de los factores o características que definen la calidad de un producto alimentario. De un modo subjetivo, el color puede ser observado directamente, a través del sentido de la vista y relacionarse con otras características del producto, como su estado de madurez, envejecimiento, etc. (MADRID BORONAT y ROSAURO, 1998).

La interpretación del color es claramente subjetiva. El color es una propiedad intrínseca del objeto que refleja o transmite la radiación luminosa. El cual depende de varios factores tales como la fuente de iluminación, tamaño de la muestra, textura y brillo, los colores de los objetos de su entorno, principalmente, por ser un fenómeno subjetivo del observador (MADRID, BORONAT y ROSAURO, 1998).

2.5.1. Especificación del color percibido

Desde el punto de vista de la percepción visual se definen tres características del color percibido: tono o matiz, saturación y luminosidad o claridad. El cerebro, a través de los ojos, puede interpretar el color distinguiendo cromaticidad y luminosidad. A su vez, en los aspectos cromáticos se aprecian el matiz o tono, que es la característica de la sensación visual que ha suscitado nombres como azul, verde, amarillo y rojo, (MADRID, BORONAT y ROSAURO, 1998), así como los resultantes de la mezcla de estos y que expresa la variación cualitativa del color, y la saturación o pureza de matices, definida como la cantidad de blanco o negro añadido al tono. Por otro lado, la luminosidad viene expresada como claridad, representando la capacidad de reflejar la luz blanca que incide sobre el color, según el cual una superficie parece emitir más o menos luz, pudiendo separar los colores en brillantes y oscuros. (GARIJO, 2001)

2.5.2. Interpretación psicofísica del color: Espacio de color CIEL*a*b*

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) recomendó en 1976 la utilización del espacio CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) o CIEL*a*b*, que hoy en día tiene mayor aceptación, por ser más indicativo de la sensación psicológica percibida. Este sistema se basa en la teoría de percepción de colores opuestos: un color no puede ser rojo y verde al mismo tiempo, ni azul ni amarillo a la vez. De esta forma, el espacio de color CIEL*a*b* es un sistema cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* , con magnitudes adimensionales, obtenidas a partir de los valores

triestímulos (GARIJO, 2001). La coordenada L^* recibe el nombre de claridad o luminosidad y puede tomar valores entre 0, para el negro y 100, para el blanco. Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la claridad. La coordenada a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad hacia el rojo si $a^* > 0$ y hacia el verde si $a^* < 0$. Análogamente, la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si $b^* > 0$ y hacia el azul si $b^* < 0$. Aunque la medida de luminosidad de un color, L^* , se presenta correctamente sin una transformación adicional, a^* y b^* son simplemente coordenadas que reflejan indirectamente tono y croma pero son difíciles de interpretar por separado (McGUIRE 1992).

A partir de las coordenadas a^* y b^* se deducen sus magnitudes psicofísicas C^* y h° . Donde C^* es el croma y h° el tono. El valor del croma, pureza o saturación de cada color, es 0 en el centro (estímulos acromáticos) incrementándose conforme se aleja del mismo; normalmente no pasa de 150, aunque para estímulos monocromáticos puede llegar a alcanzar valores de 1000, se especifica como: $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$.

El tono o matiz del color, h° , se expresa en grados y varía entre 0-360°, comienza a medirse en el eje $+a^*$, donde 0° representa el rojo, 90° amarillo, 180° verde y 270° azul, se expresa como: $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, teniendo en consideración que la transformación numérica del valor trigonométrico de radianes a grados. Todos los valores del ángulo de tono entran en alguno de los cuatro cuadrantes existentes, se asume que el primer (0°-90°) y el tercer (180°-270°) cuadrante son valores positivos así como el segundo (90°-180°) y cuarto (270°-360°) cuadrante son valores negativos, las rectificaciones se realizan adicionando 180 al valor de tono en el caso de que los valores de $a^* < 0$, $b^* \geq 0$ ó $b^* < 0$, adicionando 360 en el caso de que $a^* > 0$ y $b^* < 0$ y no adicionando nada en el caso de que $a^* > 0$ y $b^* \geq 0$. (McGUIRE, 1992)

La relación entre la claridad (L^*) y cromaticidad (C^*) se define como saturación (S^*), está relacionada con la intensidad de color e indica la cantidad de blanco o negro añadido al tono.

La representación de los colores mediante este sistema parece expresar mejor la sensación psíquica del color en sus atributos, permitiendo imaginar claramente el matiz de cada color por su posición en el eje de coordenadas a^* y b^* , y su luminosidad por su aproximación hacia el blanco o el negro. (GARIJO, 2001)

3. MATERIAL Y MÉTODO.

El ensayo se realizó en los laboratorios de postcosecha e industrialización de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), ubicada en Quillota, Quinta Región, entre los meses de julio y octubre del año 2004. La fruta fue cosechada en la Estación Experimental “La Palma” ubicada en la misma facultad.

Se cosecharon 280 frutos de palta cv. Fuerte por cada estado de madurez en árboles elegidos de forma aleatoria. Se utilizaron tres ceras naturales Prima Fresh 31 K, Natural Shine 9000 y Sta-fresh 975, las cuales fueron evaluadas para dos estados de madurez (Madurez 1 y Madurez 2). Se considero cada estado de madurez como un ensayo distinto y no como factor, por lo tanto el análisis se realizó por separado. Se utilizaron 10 frutos para cada uno de los análisis realizados, por lo tanto, se considero cada fruto como una repetición.

3.1 Determinación de los estados de madurez:

Para la determinación del contenido de aceite y subsiguiente determinación de los estados de madurez, se utilizó la curva de regresión definida por LATORRE (1994), de la cual se obtuvieron los dos estados de madurez presentados a continuación:

Madurez 1: 9,03 – 12,00 % de aceite ó 20.81 - 23.63 % de materia seca.

Madurez 2: 13,38 – 17,63 % de aceite ó 24.94 - 28.99 % de materia seca.

3.2. Cosecha:

Se cosecharon 280 frutos que pesaban entre 200 y 250 gramos, para cada estado de madurez. Los frutos cosechados, se transportaron a los Laboratorios de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la PUCV, donde se

procedió a rebajar los pedúnculos a 0,5 cm. y posteriormente ser limpiados con un paño húmedo, para así eliminar el polvo y los agentes externos.

3.3. Aplicaciones ceras.

Se evaluaron tres tipos de ceras:

- **PCT 002:** cera en base a carnauba y shellac (Primafresh 31 K, Pace International)
- **PCT 003:** cera en base a carnauba (Natural Shine 9000, Pace International).
- **FFT 001:** cera en base a shellac y carnauba (Sta-fresh 975, Fmc Food Tech).
- **Testigo:** fruta no encerada.

La aplicación de cada una de las ceras se realizó mediante aspersión manual, aplicando dos o tres aspersiones de manera que el fruto quedase completamente cubierto. Se utilizó las ceras sin diluir según las indicaciones de cada fabricante. Posteriormente, se dejó escurrir la cera sobrante, al mismo tiempo que se aplicó aire con ventiladores a temperatura ambiente, para así facilitar el secado. Los frutos encerados y etiquetados se dispusieron sobre bandejas previamente desinfectadas con agua e hipoclorito de sodio, a través de una aplicación en aspersión, para luego ser almacenadas en la cámara frigorífica a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ y a 90 % de humedad relativa. Este procedimiento se realizó de igual manera para ambos estados de madurez.

3.4. Parámetros evaluados y número de muestras:

El periodo de almacenaje tuvo una duración total de 40 días, con evaluaciones realizadas cada 10 días, a partir de ello, se determinaron los cuatro periodos

siguientes de almacenaje: 10, 20, 30 y 40 días. Al considerar los dos factores evaluados, cuatro aplicaciones de ceras y cuatro períodos de almacenaje, el total de tratamientos realizados son 16 para cada estado de madurez.

Se utilizaron 280 frutos por estado de madurez, de donde 70 frutos se utilizaron para cada un de las aplicaciones de ceras en todos los parámetros evaluados, de los cuales se extrajeron 10 frutos por aplicación de cera para realizar el análisis de pérdida de peso y color de epidermis, los que fueron reintegrados al almacenaje refrigerado, el proceso anterior se repitió en cada uno de los periodos de medición.

De los frutos restantes, se extrajeron 10 por aplicación de cera en cada período de almacenaje para realizar los análisis de color de pulpa, evolución de la pulpa a la presión, daños internos por frío y presencia de hongos, los cuales fueron destruidos una vez hecho los análisis.

Por otro lado, se realizaron evaluaciones a través de paneles de degustación constituido por ocho jueces. Para dicho efecto se extrajeron cuatro frutos por cada aplicación de cera en cada uno de los períodos de medición, los cuales no habían sido utilizados en ninguno de análisis antes descritos, estos fueron almacenados a temperatura ambiente (20°C) en cajas de cartón y almacenados en el laboratorio hasta alcanzar la madurez de consumo.

Los frutos maduros se presentaron cortados en trozos para su degustación y evaluación de la pulpa, junto a cada muestra se presento un fruto entero maduro para permitir a los panelistas la determinar la calificación de los diferentes parámetros evaluados.

La escala utilizada para todos los paneles de degustación es la siguiente:

CUADRO1: Escala para los paneles de degustación en ambos estados de madurez.

Calificación	Apariencia externa de la piel	Apariencia interna de la pulpa	Sabor	textura
1	Muy buena	Muy buena	Muy bueno	Muy suave
2	Buena	Buena	Bueno	Suave
3	Regular	Regular	Regular	Media
4	Mala	Mala	Malo	Gruesa
5	Muy mala	Muy mala	Muy malo	Muy gruesa

Para la evaluación del daño por frío se utilizó la siguiente escala, modificada de SUAREZ (1993):

1	Inexistente	0 % daño
2	Leve	1 % -20 % daño
3	Moderado	21 % - 50 % daño
4	Importante	51 % - 70 % daño
5	Severo	+ 70 % daño

En la escala propuesta, el porcentaje de daño es calculado según la cantidad de área de superficie dañada con respecto al total del área expuesta del fruto. Todos estos daños se observaron a la salida de la cámara refrigerada al partir los frutos y exponerlos a la temperatura ambiente por 15 minutos, aproximadamente.

La diferencia de peso se midió en gramos utilizando una balanza digital Precisa modelo 3100C, y llevados a porcentaje de pérdida de peso respecto al tiempo 0 en cada periodo de almacenaje. La resistencia de la pulpa a la presión, se realizó con un penetrómetro Effegi de vástago 5/16", medido en libras (lb.), en ambos lados de la zona ecuatorial del fruto, los resultados se expresaron en libras (lb); 1 kilogramo (Kg) equivale a 2,23 libras (lb).

El color se evaluó mediante un colorímetro (Minolta, modelo CR-200) en escala CIEL*a*b*, en ambos lados de la zona ecuatorial de la epidermis la cual fue debidamente marcada para el correcto estudio de su evolución, y en ambas caras del corte de la pulpa. Para la modificación de la escala CIEL*a*b* a magnitudes fácilmente interpretables y que representen mejor la percepción psicofísica del color, los parámetros a* y b* se transformaron según las siguientes formulas propuestas por McGUIRE (1992):

$$\text{Croma (C}^*) = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Utilizando independientemente a* y b* frente a valores positivos o negativos, puesto que son analizados por la formula en forma absoluta.

$$\text{Ángulo de tono (h}^\circ) = \tan^{-1}(b^*/a^*) \text{ ó } \arctan(b^*/a^*)$$

Es de importancia considerar la transformación numérica de radianes a grados, puesto que la medida a analizar es un grado dentro de una escala circular que varia de color puro cada 90°, completando cuatro colores al llegar a 0° ó 360°. En el presente ensayo se realizó una corrección al ángulo de tono, utilizando la escala descrita por McGUIRE (1992), adicionando 180 al valor obtenido por la formula antes nombrada, ya que todos los valores del parámetro a* tratados, tanto en la epidermis como en la pulpa, fueron negativos, y los del parámetro b* positivos.

3.5. Diseño experimental:

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4 x 4), aleatorizado a dos factores: aplicación de ceras y períodos de almacenaje. Se considera cada estado de madurez como experimentos distintos y no como factores.

La unidad experimental es el fruto, en este caso la palta. Las repeticiones para este ensayo son 10, considerando la palta como unidad experimental. Los frutos fueron etiquetados y numerados individualmente para su correcta identificación.

A las variables de respuesta paramétricas se les realizó el análisis de varianza, en el caso que la interacción de los factores fuera significativo ($P \leq 0,05$) se realizó una separación de medias por el *test* de Tukey ($\alpha=0,05$), en caso contrario, que la interacción no fuera significativa, se realizó un análisis de varianza para los factores por separado. En caso de que alguno de los factores fueran significativos ($P \leq 0,05$) se procedió a realizar separación de medias de Tukey ($\alpha=0,05$). La variable cualitativa, daño por frío (pulpa gris y oscurecimiento de haces vasculares), se le realizó una comparación de los valores promedios de acuerdo a su incidencia.

En el análisis de las variables de respuesta no paramétricas, correspondiente a los paneles de degustación, se utilizó el método de Friedman, el cual se realizo por empates en el caso de que algún panelista evaluara con la misma calificación a más de un tratamiento en las variables estudiadas, en el caso de que las aplicaciones de cera presentaran diferencias significativas con relación a las variables de respuesta estudiadas, se procedió a realizar el *test* de comparación múltiple basado en la suma de rangos de Friedman ($\alpha=0.05$), en cada periodo de almacenaje independientemente.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Efecto de aplicación de ceras y período de almacenaje sobre paltas cv. Fuerte en un estado de madurez 1 de 9,03 – 12,00 % de aceite:

4.1.1. Pérdida de peso

En el Cuadro 2, se observa que hay diferencias significativas entre la interacción de los factores aplicación de ceras y períodos de almacenaje ($p \leq 0,05$).

CUADRO 2. Efecto de la interacción entre tiempo de almacenaje y aplicaciones de cera sobre la pérdida de peso (%) en frutos de cv. Fuerte en la Madurez 1.

Aplicación de ceras	<i>Días de almacenaje</i>			
	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Testigo	1,32 a b	2,98 d	4,10 e	5,49 f
FFT 001	1,52 a b	3,16 d e	4,01 e	5,14 f
PCT 002	0,75 a	1,63 a b	2,22 b c d	2,83 c d
PCT 003	0,71 a	1,46 a b	2,00 b c	2,59 c d

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

A partir del análisis de los factores presentados en el Cuadro 2, se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas entre las ceras en los 10 primeros días de almacenaje refrigerado con respecto al testigo.

A los 20 días de almacenaje, se aprecian diferencias en entre las ceras PCT 002 y PCT 003 con respecto al testigo. Por otro lado se observa una pérdida de peso en los frutos encerados con FFT 001 es similar al la pérdida de peso experimentada por el testigo, esta similitud en la perdida de peso se mantiene hasta el final del período de almacenaje.

La reducción de la pérdida de peso en el caso de las ceras PCT 002 y PCT 003 es aproximadamente la mitad de la pérdida de peso del testigo a los 40 días de almacenaje, resultados similares fueron encontrados por BANKS *et al.* (1997), en cuyo trabajo se estableció que el peso se vio afectado por el tipo de cobertura y la concentración utilizada. Por otra parte, JEONG, HUBER y SARGENT (2003) determinó que la aplicación de ceras es un método eficaz para atenuar las pérdidas de peso en paltas en almacenaje refrigerado. Los diferentes componentes de coberturas o ceras, proporcionan una permeabilidad diferenciada de la epidermis al O₂ y al CO₂, que pueden crear diversos niveles de modificación de las presiones parciales internas de ambos gases, dependiendo de la naturaleza química y del grosor de la cubierta superficial (HAGENMAIER y SHAW 1992).

Entre las ceras PCT 002 y PCT 003, no hay diferencias significativas en la magnitud de pérdida de peso durante todo el período de almacenaje, por lo tanto para este parámetro, no existe diferencia al utilizar una u otra cera.

JOHNSTON y BANKS (1998) determinaron que el uso de cera en base a carnauba es el mejor tratamiento para la reducción de la pérdida de peso en frutos de palta, lo que puede explicar el comportamiento de estas ceras, ambas con base de carnauba como principal componente. En el caso de la cera FFT 001 se observa que no presenta el mismo comportamiento que las ceras PCT 002 y PCT 003 a pesar de presentar componentes similares, en este caso shellac y carnauba, mostrando un patrón de pérdida de peso, igual al Testigo. Lo que hace pensar que la cera FFT 001 presenta una composición en la cual el shellac está presente en mayor proporción.

La cera FFT 001 desarrolló un daño en la epidermis de los frutos, (Figura 1). El daño producido en la epidermis puede alterar la acción de la cera como barrera al intercambio de gases y al vapor de agua. Por lo tanto, es importante considerar el impacto en la presentación de los frutos y la poca incidencia en el control de la pérdida de humedad que presentó esta cera.

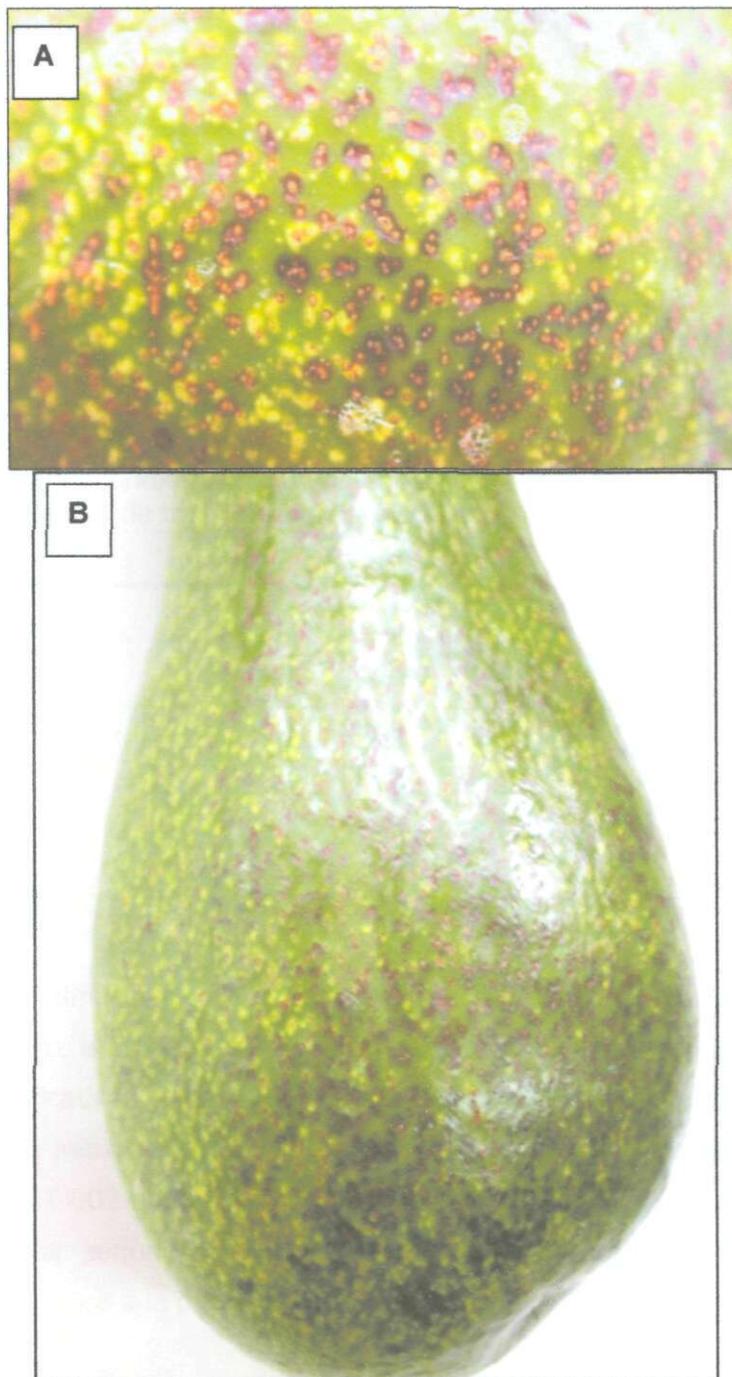


FIGURA 1: Daño producido por la cera FFT 001 a los cinco días de almacenaje a paltas cv. Fuerte en un estado de madurez 1; A: acercamiento del daño; B: ubicación del daño en zona distal.

4.1.2. Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión

En el Cuadro 3, la variable resistencia de la pulpa a la presión, se observa una interacción significativa entre los factores tiempo de almacenaje, y aplicación de ceras ($p \leq 0,05$), donde se aprecia un descenso importante en la presión en todos los tratamientos, a medida que transcurre el almacenaje refrigerado.

CUADRO 3. Efecto de la interacción entre aplicación de ceras y períodos de almacenaje, en la resistencia de la pulpa a la presión (lb), para frutos de cv. Fuerte en la madurez 1.

Aplicación de ceras	Días de almacenaje			
	10	20	30	40
Testigo	28 a	18,3 b c	3,35 e	2,88 e
FFT 001	28 a	23,2 a b	9,95 d	6,78 d e
PCT 002	28 a	22,9 a b	16,8 c	5,55 d e
PCT 003	28 a	21,2 b c	4,18 e	3,50 e

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

A los 20 días de almacenaje no hubo diferencias en ninguna de las aplicaciones de cera, sin embargo, al comparar entre los 10 y 20 días de almacenaje, presentaron diferencias significativas en el testigo y la cera PCT 003, mostrando una disminución en los valores de resistencia de la pulpa a la presión. En el mismo período las ceras FFT 001 y la PCT 002 no presentaron diferencias en la resistencia de la pulpa con respecto al primer período de conservación, exhibiendo los valores más altos de resistencia de la pulpa a la presión.

A los 30 días de almacenaje, las aplicaciones de ceras PCT 003 y el testigo presentan similitud en la resistencia de la pulpa a la presión, siendo estos los valores más bajos de las cuatro aplicaciones de ceras. Por otro lado, la cera PCT 002 presenta el valor más alto de resistencia de la pulpa a la presión y diferente al resto de las aplicaciones de ceras.

En el último período de almacenaje (40 días), no se distinguen diferencias estadísticas entre las aplicaciones, siendo por lo tanto los valores de resistencia de la pulpa a la presión similares a la salida de la cámara refrigerada para las cuatro aplicaciones de ceras.

Se aprecia que la resistencia de la pulpa a la presión solo se puede mantener por 30 días, con la cera PCT 002 y en menor grado con la FFT 001. Resultados similares encontró MARURI (1990) en frutos del cv. Edranol, donde el ablandamiento de la pulpa no presentó diferencias hasta los 20 días de almacenaje refrigerado.

De la misma manera, MAIBEE (1993) determinó que las ceras cumplen el rol de evitar una pérdida acelerada de la resistencia de la pulpa a la presión, lo cual se ha podido observar claramente en el transcurso del almacenaje refrigerado. En el caso de las ceras PCT 002 y FFT 001, el límite de mantenimiento de la resistencia a la presión de la pulpa no supera los 30 días de almacenaje refrigerado, luego de ese tiempo la resistencia a la presión de los frutos se tiende a igualar independientemente de la aplicación de cera.

La cera PCT 002 es la que presenta el mejor efecto sobre la reducción de la pérdida de peso de los frutos y la reducción de la pérdida de la resistencia de la pulpa a la presión en este estado de madurez.

JOHNSTON y BANKS (1998), determinaron que el uso de cera en base a carnauba es el mejor tratamiento para la reducción de la pérdida de peso en frutos de palta, incluso mejores que ceras en base a shellac, pero por otro lado las ceras en base a shellac presentan como característica mayor permeabilidad a los gases CO_2/O_2 . Lo cual puede explicar por que la cera PCT 003 tiene una pérdida de resistencia de la pulpa a la presión igual al testigo, pero una menor pérdida de peso, puesto que la composición de esta cera es principalmente en base a carnauba, en cambio, las ceras FFT 001 y PCT 002 están compuestas en base a una combinación de shellac y carnauba, combinación que puede reducir el la pérdida de peso y retardar el ablandamiento de los frutos.

4.1.3. Color de la epidermis

En el color de la epidermis de los frutos se evaluó por separado para las siguientes variables: Luminosidad (L^*), Cromo (C^*) y Ángulo de tono (h°).

4.1.3.1. Luminosidad (L^*)

La interacción entre las aplicaciones de ceras y períodos de almacenajes no fue significativa sobre la luminosidad ($p > 0,05$). Por lo tanto, se procedió a analizar estos factores por separado para determinar el efecto de cada uno sobre la luminosidad, de esta manera en el Cuadro 4, se puede distinguir que existen diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($p \leq 0,05$), lo que indica que alguna de las aplicaciones de cera afectó la luminosidad.

CUADRO 4. Efecto de las aplicaciones de cera sobre la luminosidad (L^*) del color de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Aplicaciones de cera	Luminosidad (L^*)
FFT 001	40,13 a
PCT 002	42,47 b
Testigo	43,01 b c
PCT 003	44,00 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

En este caso, los frutos tratados con la cera FFT 001 muestran una diferencia significativa de la luminosidad con relación al testigo y a las aplicaciones PCT 002 y PCT 003, siendo la que presenta el valor mas bajo de luminosidad. El efecto causado por la cera FFT 001 sobre la epidermis de los frutos, alteró la luminosidad o claridad de éstos, disminuyendo el grado de luminosidad en los primeros 10 días del

almacenaje. Este cambio, se debe a que los daños superficiales, producto de la aplicación de esta cera, se hacen más oscuros por efecto de la oxidación del tejido dañado.

Por otra parte, el testigo es igual estadísticamente a lo obtenido por las aplicaciones PCT 002 y PCT 003, las cuales presentan diferencias entre sí, en donde la PCT 003 muestra el valor más alto producto del aumento del brillo de los frutos. Por lo tanto, se puede observar que las aplicaciones de ceras PCT 002 y PCT 003 no modifican la luminosidad o claridad del color de los frutos en comparación a frutos sin encerar.

En el Cuadro 5, se analiza el efecto del período de almacenaje sobre la luminosidad de la epidermis de los frutos, donde no se aprecia claramente que los períodos de almacenaje tienen un efecto significativo sobre la luminosidad (L^*).

CUADRO 5. Efecto del período de almacenaje sobre la luminosidad (L^*) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Luminosidad (L^*)
0	43,86 a
10	40,95 c
20	41,64 b c
30	43,02 a b
40	42,54 a b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

Se puede observar que las diferencias presentadas entre los períodos son bajas, y que la baja presentada a los 10 días de almacenaje, se debe al daño en la superficie de los frutos causada por la acción de la cera FFT 001, la cual se presentó en forma más marcada en los primeros 10 días del almacenaje.

4.1.3.2. Croma

En el análisis de la croma de la epidermis de los frutos, no se observan diferencias significativas en la interacción de los factores, por lo tanto se procedió a analizarlos por separado, así en el Cuadro 6, es posible apreciar que hay diferencias entre las aplicaciones de ceras, donde la única aplicación que presenta una marcada pérdida de cromaticidad es la cera FFT 001.

CUADRO 6. Efecto de las aplicaciones de cera sobre la croma (C^*) del color de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Aplicaciones de ceras	Croma (C^*)
FFT 001	21,56 a
PCT 002	26,61 b
Testigo	27,06 b
PCT 003	28,29 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

Dicha pérdida de cromaticidad del tratamiento FFT 001 es el resultado del daño epidermal de la cera, el que además indica una pérdida de la pureza o saturación del color, debido principalmente a un aumento en el parámetro a^* , componente verde – rojo, esta pérdida de saturación del color verde de los frutos, es producto de el oscurecimiento paulatino del daño, el que alcanzo el valor más bajo a los 10 días del almacenaje refrigerado.

Las ceras PCT 002 y PCT 003 no presentaron diferencias con el testigo, manteniendo un rango de saturación del color, el cual presento una disminución poco significativa durante todo el período.

En el Cuadro 7, se analizan las diferencias en las medias para cada período de almacenaje, donde solo existe una diferencia entre el día 0 y el día 30. La croma

tiende principalmente a descender, a pesar de no presentar diferencias estadísticas significativas hasta los 30 días con relación al promedio de entrada de los frutos a la cámara refrigerada (día 0), efecto que se produce debido a que el parámetro a^* se hace menos negativo, lo que implica una pérdida de la saturación del color verde en todas las aplicaciones de ceras.

CUADRO 7. Efecto periodo de almacenaje sobre la croma (C^*) del color de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Croma (C^*)
0	27,20 a
10	26,30 a b
20	25,59 a b
30	24,82 b
40	25,48 a b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

4.1.3.3. Ángulo de tono (h°)

Del estudio de de evolución del ángulo de tono de la epidermis de los frutos, se determino que no existen diferencias significativas en la interacción de los factores, por lo tanto, se procedió a analizar estos por separado, en el Cuadro 8, se presenta la separación de medias de las aplicaciones de ceras donde se observa que existen diferencias significativas entre el testigo, el cual alcanza una media mayor, y el resto de las aplicaciones. Dicha situación indica que las ceras tuvieron un efecto negativo sobre la coloración de los frutos, puesto que en el caso de las aplicaciones de ceras PCT 002, PCT 003 y FFT 001 presentaron una pérdida de la coloración verde, considerando que el ángulo 90 representa el amarillo puro y el ángulo 180 representa el verde puro.

CUADRO 8. Efecto de las aplicaciones de cera sobre el ángulo de tono (h°) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Aplicaciones de cera	Ángulo de tono (h°)
FFT 001	118,18 a
PCT 002	118,27 a
PCT 003	118,94 a
Testigo	120,61 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

Estudios realizados por JEONG, HUBER y SARGENT (2003), con la cera Sta-fresh 819, en paltas cv. "Tower II" muestran que los cambios en ángulo de tono constituyeron la alteración principal de las coordenadas del color de la fruta. Encontrando que la fruta encerada presentaba coloración más verde que la fruta sin cera. Por otro lado, la fruta encerada mostraba el valor más bajo de luminosidad (L^*) y de croma (C^*) que la fruta no encerada, al momento de completa madurez.

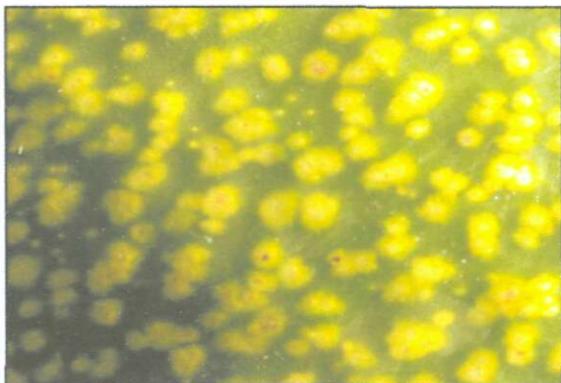
En base a lo descrito estos autores, afirman que la retención del color verde de la piel en frutos tratados con cera, es consistente con el rol de las ceras en su capacidad de modificar la atmósfera interna de los frutos.

En este ensayo, las aplicaciones de cera no registraron la misma mantención o retención de la coloración verde de los frutos, pero si se detectaron descensos en la luminosidad y en la croma de los frutos al utilizar la cera FFT 001.

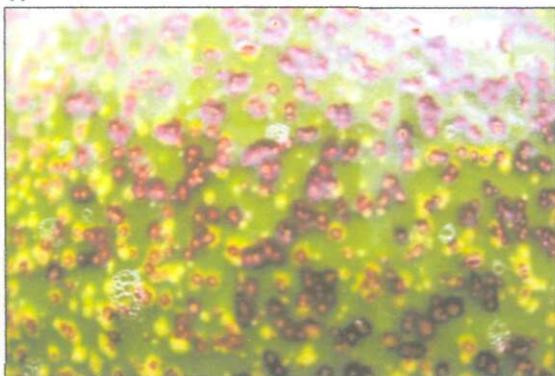
Todas las ceras utilizadas en este ensayo afectaron el ángulo de tono de la epidermis de los frutos en el momento de su aplicación (Figura 2), puesto que la primera medición realizada en el tiempo 0, todas las ceras presentan un valor del ángulo de tono menor que el testigo, (Figura 3).

Por otro lado, se puede observar que en el transcurso del período de almacenaje, es el testigo (no encerado) el que presenta un descenso paulatino de los valores de tonalidad incluso mayores que las tres ceras evaluadas. Las aplicaciones de ceras presentan un descenso menos acelerado de los valores de tonalidad durante el período de almacenaje, por lo tanto, las ceras pueden evitar la pérdida acelerada de la coloración verde de los frutos de palta cv. Fuerte, pero la aplicación de cada una de ellas no debe afectar la coloración inicial de los frutos, efecto de algún componente de la cera, lo cual se produjo al momento de aplicar las ceras sobre la superficie de las paltas.

a) Testigo.



b) FFT 001.



b) PCT 002 y PCT 003.

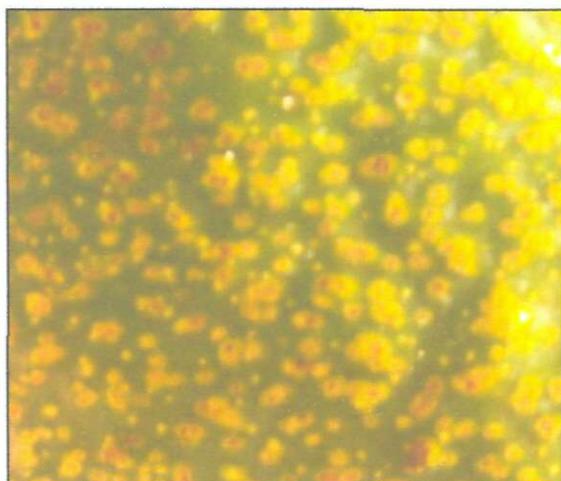


FIGURA 2: Efecto de las ceras sobre la epidermis a los siete días de almacenaje, para frutos de palta cv. Fuerte en estado de madurez 1.

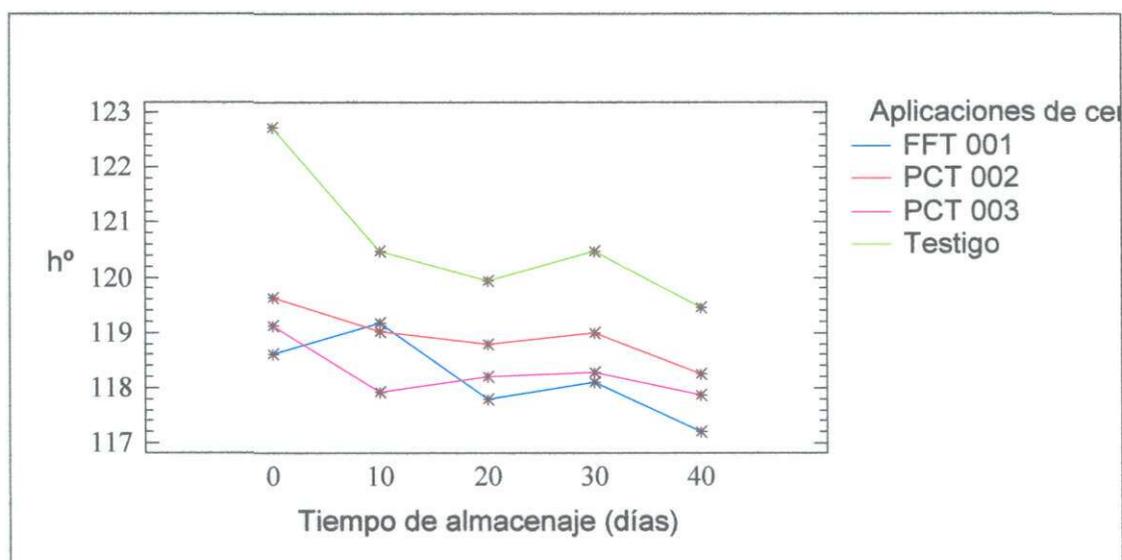


FIGURA 3: Gráfico de evolución del ángulo de tono (h°) para la epidermis de frutos cv. Fuerte en el estado de madurez 1.

El Cuadro 9, muestra el efecto del período de almacenaje en la evolución de coloración de los frutos, donde se presentan diferencias entre el periodo de almacenaje 0 (entrada a la cámara) y los periodos 20 y 40 de almacenaje.

CUADRO 9. Efecto del período de almacenaje sobre el ángulo de tono (h°) de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Angulo de tono (h°)
0	120,02 a
10	119,15 a b
20	118,68 b
30	118,96 a b
40	118,20 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

Además se puede observar en el Cuadro 9, una reducción gradual de la coloración de la epidermis de los frutos a medida que el tiempo de almacenaje aumenta. El hecho que el período 0 de almacenaje presente el valor más alto de ángulo de tono y el período 40 presente el valor más bajo, sumado a que ambos sean diferentes estadísticamente, indica que luego de 40 días de almacenaje, los frutos de todas las aplicaciones de ceras presentaron una pérdida de la coloración verde con la cual ingresaron al almacenaje refrigerado, en otras palabras, los frutos se hicieron más amarillos al desplazarse hacia el ángulo 90, donde se ubica el amarillo puro en el diagrama de color.

4.1.4. Color de pulpa

4.1.4.1. Luminosidad

En el caso de la luminosidad de la pulpa, para la madurez 1, no se registraron diferencias significativas para la interacción de los factores, ni para las aplicaciones de ceras por si solo. Sin embargo en el período de almacenaje si se apreciaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), situación que se presenta en el Cuadro 10:

CUADRO 10. Efecto de los periodos de almacenaje sobre la luminosidad (L^*) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte, en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Luminosidad (L^*)
0	83,38 a
10	SD
20	81,13 a b
30	80,23 b c
40	78,39 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.
SD: Sin Determinar

Se puede observar que a medida que transcurre el tiempo de almacenaje, la pulpa pierde paulatinamente luminosidad volviéndose más oscura (tendencia hacia el 0, oscuridad).

Por otra parte, las aplicaciones de cera no tuvieron un efecto significativo y sus valores medios fluctuaron entre 80,2 para la cera PCT 002 y 81,54 para la cera

PCT 003. Según estos resultados, se puede establecer que la aplicación de estas ceras no tuvo un efecto significativo sobre la luminosidad de la pulpa.

4.1.4. 2. Croma

La interacción de los factores en relación al análisis de la croma de la pulpa, no fue significativa. Así como tampoco lo fue las aplicaciones de ceras por si sola. Sin embargo, en el período de almacenaje si se apreciaron diferencias muy significativas ($p=0,00$), situación que se presenta en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Efecto del período de almacenaje sobre la croma (C^*) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Croma (C^*)
0	42,60 a
10	SD
20	39,78 b
30	37,53 c
40	36,17 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.
SD: Sin Determinar

Los períodos de almacenaje 30 y 40 días son estadísticamente similares, sin embargo, son diferentes a los 0 y 20 días de almacenaje.

En base a los valores observados en el Cuadro 11 se aprecia que existe una tendencia a la pérdida de croma de la coloración de la pulpa a medida que transcurre el período de almacenaje, siendo este un factor más relevante que el efecto que tuvo la aplicación de ceras, la croma se define como pureza o saturación del color, por lo tanto, la tendencia de la croma a 0 indica un desgaste del color, en

este sentido es importante señalar que el desgaste en el color de la pulpa de los frutos observado, implica una pérdida de la calidad comercial. La pérdida de saturación de la pulpa indica que esta presentan cambios en el parámetro a^* el cual se hace menos negativo o una pérdida de intensidad del color de la pulpa lo que se debe a cambios desde una coloración verde a amarilla de la pulpa.

Debido a que las aplicaciones no presentaron una modificación importante en sus valores croma, por lo tanto, las ceras aplicadas no tienen una incidencia sobre este atributo del con respecto al testigo (no encerado).

4.1.4.3. Ángulo de tono (h°).

Con respecto al ángulo de tono no se aprecia una interacción significativa de los factores, del mismo modo el factor aplicaciones de cera tampoco presenta cambios estadísticamente significativos en lo que al ángulo de tono respecta. Una situación diferente se presenta al analizar el efecto del período de almacenaje sobre el ángulo de tono, el cual presentó diferencias significativas ($p=0,00$), donde no se distingue una tendencia clara a una reducción del ángulo de tono en el tiempo de almacenaje, situación que se aprecia en el Cuadro 12.

CUADRO 12. Efecto del período de almacenaje sobre la ángulo de tono (h°) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 1.

Períodos de almacenaje (días)	Ángulo de tono (h°)
0	107,60 a
10	SD
20	104,26 c
30	105,54 b c
40	106,06 a b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey. SD: Sin Determinar

En este se presenta una similitud en el ángulo de tono entre el tiempo 0 y el tiempo 40, a su vez, entre en tiempo 20 y 30 se observan similitudes, por otra parte los tiempos 30 y 40 también presentan similitudes entre si, sin embargo, el tiempo 40 no presenta similitudes con respecto a lo observado en el tiempo 20. La alternancia observada en los valores se debe al hecho que es una medida destructiva y los frutos medidos siempre son distintos.

El hecho que a los 40 días de almacenaje se presenta un alza en los valores del ángulo de tono se produce por el efecto del daño por frío la que se manifestó como un oscurecimiento de la pulpa, la que se hizo más evidente hacia el final del período de almacenaje, la ubicación del equipo dentro de alguno de estos tejidos dañados altera el valor de coloración.

Por otro lado, la reducción en el ángulo de tono significa que la pulpa se fue haciendo menos verde en el tiempo, lo que se debe a la degradación de la clorofila y a la síntesis de compuestos carotenoides.

4.1.5. Daños por hongos

No se observaron, en ninguno de los frutos, daños por hongos a la salida de la cámara refrigerada, independientemente de la aplicación de cera utilizada y del periodo de almacenaje evaluado.

4.1.6. Panel de degustación

El análisis se realizó por empates, asumiendo que los panelistas calificaron a lo menos dos tratamientos en igual nivel de calidad. El test de Friedman, solo permite analizar las aplicaciones de cera por una variable de respuesta, por lo tanto, no evalúa interacciones entre los factores, por esta razón, se realizó por separado el análisis de las aplicaciones de ceras en cada uno de los períodos de almacenaje.

4.1.6.1. Apariencia externa

En el Cuadro 13, se analiza el efecto de cada una de las aplicaciones de cera en cada uno de los períodos de almenaje sobre la apariencia externa. En el análisis de este parámetro las aplicaciones PCT 002 y PCT 003 son las que presentan mejor apariencia en la mayor parte del almacenaje, dicho efecto es causado por el brillo proporcionado por las ceras y la menor pérdida de humedad de los frutos, lo cual resultó ser de vital importancia en la decisión de los panelistas.

CUADRO 13. Efecto de la aplicación de ceras sobre apariencia externa en cada período de almacenaje, de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez¹.

<i>Aplicación de ceras / Días de almacenaje</i>							
Trat.	10 d	Trat.	20 d	Trat.	30 d	Trat.	40 d
Testigo	2,97 a	Fft001	3,25 a	Testigo	4,62 a	Testigo	3,09 a
Fft001	2,72 a	Testigo	2,25 a b	Pct003	3,60 a b	Fft001	2,84 a b
Pct002	1,84 a b	Pct003	2,25 a b	Pct002	3,50 b	Pct002	1,97 b
Pct003	1,34 b	Pct002	1,25 b	Fft001	3,25 b	Pct003	1,97 b

Promedios con letras distintas en un mismo período indican diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($\alpha=0,05$), según el *test* de comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4= mala; 5= muy mala

A los 40 días de almacenaje, los panelistas ubicaron al testigo como el peor tratamiento, calificándolo como un fruto de apariencia regular, dicha opinión, se basa en el aspecto deshidratado de los frutos y en el menor brillo que presenta el testigo en comparación a los frutos encerados. Una situación contraria fue lo ocurrido con las aplicaciones de ceras PCT 002 y PCT 003, los cuales presentaban un aspecto más hidratado y de mayor brillo, siendo calificados como de apariencia buena.

4.1.6.2. Apariencia interna de la pulpa

En el Cuadro 14, se presentan los resultados de la apariencia interna para todos los períodos de almacenaje. En este sentido, no se distingue un tratamiento que defina una tendencia clara respecto a su mejor calidad interna. Los frutos encerados con las ceras PCT 002 y PCT 003 presentan una tendencia a ser menos preferidos, lo que es causado por el mayor daño por frío, decoloración de la pulpa y a oscurecimiento de fibras. A los 40 días de almacenaje la cera PCT 003 es calificada como de apariencia interna muy mala, en comparación con las otras dos ceras utilizadas.

CUADRO 13. Efecto de las aplicaciones de ceras en relación a la apariencia interna en cada período de almacenaje, de frutos cv. Fuerte en la madurez 1.

<i>Aplicación de ceras / Días de almacenaje</i>							
Aplic.	10 d	Aplic.	20 d	Aplic.	30 d	Aplic.	40 d
Testigo	3,06 a	FFT001	4,22 a	PCT002	4,12 a	PCT003	5,0 a
PCT003	2,94 a b	PCT003	2,97 a b	Testigo	4,0 a b	Testigo	3,0 a b
PCT002	1,94 a b	Testigo	2,84 b	PCT003	3,0 a b	FFT001	2,0 b
FFT001	1,81 b	PCT002	2,84 b	FFT001	2,87 b	PCT002	2,0 b

Promedios con letras minúsculas distintas en un mismo período indican diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($\alpha=0,05$), según el test de comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4= mala; 5= muy mala

La cera FFT 001 presenta una alternancia en la calificación de los jueces, se debe a que los daños y la pérdida de calidad interna no son uniformes entre los frutos. La aplicación de cera PCT 003 y el testigo (no encerado) presenta una tendencia a través del tiempo a tener una peor calificación, debido a un deterioro de la apariencia interna.

4.1.6.3. Sabor

En el análisis del sabor de los frutos solo se encontraron diferencias significativas, ($p \leq 0,05$) a los 40 días de almacenaje, por esta razón, en el Cuadro 15 solo se presenta este período.

CUADRO 15. Efecto de la aplicación de ceras sobre el sabor de frutos cv. Fuerte en la madurez 1.

<i>Aplicación de ceras / Días de almacenaje</i>	
<i>Aplicación de ceras</i>	<i>40 días</i>
FFT 001	3,5 a
PCT002	3,0 a b
PCT003	2,75 b
Testigo	2,25 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre aplicaciones ($\alpha=0,05$), según el *test* de comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy bueno; 2= bueno; 3= regular; 4= malo; 5= muy malo.

A los 40 días de almacenaje las aplicaciones testigo y la PCT 003 presentaron diferencias con respecto a la aplicación FFT 001, la que fue evaluada como de sabor regular-malo, siendo las aplicaciones testigo y PCT 003 calificadas de regular-buena.

Desde los 10 a 30 días de almacenaje, los panelistas calificaron a todas las aplicaciones entre 2,0 y 3,06 dentro de la escala, lo que corresponde a una calificación regular-buena. Es posible que las diferencias presentadas por las aplicaciones sean sutiles y/o que la capacidad de los panelistas para distinguir las sea muy baja. Al no presentarse diferencias hasta los 30 días de almacenaje, es posible que las modificaciones internas no se manifestaran hasta el último período de almacenaje, de acuerdo a lo planteado por MARTINEZ-JAVEGA (1995) las modificaciones causadas por la falta de intercambio gaseoso podría producir un incremento de volátiles (etanol y acetaldehído) y afectar negativamente a su sabor.

4.1.6.4. Textura de la pulpa

El análisis de la textura de la pulpa no presentó diferencias significativas para las aplicaciones de ceras en ningún período de almacenaje. Los rangos de calificación de la textura variaron entre 2,25 y 3,0; lo que corresponde a una calificación regular. Por lo tanto, las ceras no afectaron este parámetro, o los panelistas no fueron capaces de distinguir cambios, posiblemente sutiles sobre ese parámetro.

4.1.7. Daños internos

En el Cuadro 16 se presentan los resultados del estudio en el área del fruto dañado, representada por oscurecimiento de fibras y decoloración mesocarpio, en 10 frutos por aplicación de ceras, evaluados cada 10 días de almacenaje.

CUADRO 16. Incidencia de daños por frío de la pulpa en la madurez 1, para frutos de palta cv. Fuerte.

Aplicación de ceras	<i>Período de almacenaje (días)</i>			
	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Testigo	2	1	2	2
PCT 002	1	3	2	3
PCT 003	2	3	4	3
FFT 001	2	4	4	4

Escala de daños. 1= 0%; 2= 1-20%; 3= 21-50 %; 4= 51-70%; 5= +70%

Los daños descritos se presentaron en todas las aplicaciones de ceras, sin embargo, la intensidad de los daños fue variable, siendo mayor en frutos encerados que en el testigo.

Según BOWER y CUTTING (1987) la pérdida de humedad incrementa el predominio de desórdenes fisiológicos en el cv. Fuerte. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo, las ceras redujeron la pérdida de peso en comparación al testigo, no obstante, en los frutos encerados se observa un daño mayor. Similares resultados observó KREMER-KÖHNE (1996), quien registró un

aumento en la presencia de daños fisiológicos, pulpa gris, y decoloración de haces vasculares en frutos del cv. Fuerte, al usar tratamientos de cera.

La intensidad del daño fue relevante, a pesar que se trabajó con la temperatura recomendada para la variedad (7°C). A partir de los resultados obtenidos, se considera que la temperatura no sería la adecuada para trabajar con los frutos, dado su estado de madurez. En este sentido POWELL (1988) determinó que las ceras polietilénicas presentaban mayor daño por frío que frutos no encerados a 7,5 °C, luego de cuatro semanas de almacenaje refrigerado. Al respecto VORSTER, TOERIEN y BEZUIDENHOUT (1987), mencionan que el régimen térmico debe ser ajustado al contenido de humedad de la fruta, ya que las frutas más tempranas de la temporada son más sensibles a las bajas temperaturas.

El daño fue observado luego de que las paltas partidas se mantuvieran por 30 minutos a temperatura ambiente y en contacto con el aire circundante, se aprecia además, que este daño aumenta su intensidad, en coloración, conforme aumenta el tiempo en que la superficie del corte de los frutos se mantiene en contacto con el aire. Al respecto BOWER (1988) señala que los compuestos fenólicos, células dañadas y la enzima polifenoloxidasas (PPO), al tomar contacto con el oxígeno presente en el aire se oscurecen, siendo más notorio.

4.2. Efecto de aplicación de ceras y período de almacenaje sobre paltas cv. Fuerte en un estado de madurez 2 de 9,03 – 12,00 % de aceite:

4.2.1. Pérdida de peso

En el Cuadro 17, se puede observar que existe una interacción significativa entre los factores aplicación de ceras y período de almacenaje ($p \leq 0,05$), siendo el testigo la única aplicación de cera que presentó tendencia a la pérdida de peso, incluso mayor a cualquier otra aplicación.

CUADRO 17. Efecto de la interacción entre aplicación de ceras y períodos de almacenaje en la pérdida de peso (%) para frutos cv. Fuerte en la madurez 2.

Aplicaciones de ceras	<i>Días de almacenaje</i>			
	10	20	30	40
Testigo	1,32 a	3,20 c	4,87 d	5,74 d
FFT 001	0,90 a	1,87 a b	2,81 b c	3,36 c
PCT 002	0,88 a	1,86 a b	2,79 b c	3,33 c
PCT 003	0,80 a	1,70 a b	2,66 b c	3,26 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Hasta los 10 días de almacenaje no existen diferencias entre las aplicaciones de cera, desde los 20 días hasta el final del período de almacenaje el testigo (no encerado) es la única aplicación que presenta una mayor pérdida en el porcentaje de peso; dicha aplicación pierde en promedio 1,8 % del peso del fruto durante los primeros 30 días de almacenaje, perdiendo en los últimos 10 días de almacenaje solo el 0,87 % del peso de los frutos.

Es importante hacer notar que las aplicaciones de ceras FFT 001, PCT 002 y PCT 003 no presentan diferencias en la pérdida de peso hasta los 20 días de almacenaje; estas tres aplicaciones de ceras pierden aproximadamente 0,9 % de

peso cada 10 días de almacenaje refrigerado a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$, hasta los 30 días de almacenaje, en el último período de almacenaje los frutos perdieron en promedio 0,6 % de su peso.

La mayor pérdida de peso experimentada al inicio del almacenaje refrigerado se debe principalmente a que la tasa de pérdida de humedad de los frutos es menor a medida en que el tiempo de almacenaje refrigerado aumenta. Esta pérdida de peso ha sido descrita por BOWER y MAGWAZA (2004).

El efecto de las ceras sobre el control de la pérdida de peso ha sido ampliamente difundido como uno de los principales beneficios del uso de coberturas tanto naturales como polietilénicas; este resultado se ha observado tanto en almacenaje refrigerado como a temperatura ambiente (MAIBEE, 1993; JOYCE, SHORTER y JONES, 1995; KREMER-KÖHNE y DUVENHAGE, 1997; JOHNSTON y BANKS 1998; ALVARES *et al*, 2000; JEONG, HUBER y SARGENT, 2003).

La cera FFT 001 produjo daños en la epidermis de los frutos, similares a los observados en la madurez 1. Sin embargo la pérdida de peso fue menor, no presentando diferencias con las aplicaciones de ceras PCT 002 y PCT 003 durante todo el período de almacenaje.

De acuerdo a las investigaciones de CUTTING y WOLSTENHOLME (1992) la pérdida de peso es mayor en la fruta cosechada más tempranamente en la temporada. El hecho de que los frutos presenten una menor humedad sumado al efecto de la cera como barrera al intercambio de vapor de agua, pueden afectar la evaporación a través de los poros de la epidermis.

4.2.2. Evolución en la resistencia de la pulpa a la presión

En el caso de la variable evolución en la resistencia de la pulpa a la presión, no se registró una interacción significativa entre los factores tiempo de almacenaje y aplicaciones de ceras. Posteriormente, se procedió a analizar los factores por separado, para el caso de las aplicaciones de cera no se encontraron diferencias significativas; por lo tanto, las ceras en este estado de madurez no lograron reducir o evitar el ablandamiento de los frutos. Los rangos donde se ubicaron las aplicaciones de ceras van desde 10,66 lb para la aplicación FFT 001 a 14,44 lb para la aplicación de cera PCT 003.

El efecto producto del mayor nivel de madurez de los frutos limita en forma importante la capacidad de guarda de paltas, y el efecto de las ceras en disminuir el ablandamiento.

En el Cuadro 18 se analiza el efecto del período de almacenaje sobre el ablandamiento, en él se observan diferencias significativas entre los 10 y 20 días de almacenaje, siendo estos estadísticamente distintos a los valores observados en los períodos de almacenaje 30 y 40, los cuales son iguales entre si.

CUADRO 18. Efecto de los períodos de almacenaje sobre la presión (lb), en frutos de cv. Fuerte en la madurez 2.

Períodos de almacenaje (días)	Presión (lb)
10	28,0 a
20	13,1 b
30	6,2 c
40	3,9 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Se observa un rápido descenso en la resistencia de la pulpa a la presión a los 20 días de almacenaje, la que continúa reduciéndose hasta los 30 días, lo que muestra que existe un efecto importante del período de almacenaje sobre el ablandamiento de los frutos de palta cv. Fuerte con un nivel de madurez 2, con respecto a lo obtenido en la madurez 1, donde las aplicaciones de ceras FFT 001 y PCT 002 lograron retener la pérdida acelerada de la presión de la pulpa hasta los 30 días de almacenaje.

A los 40 días de almacenaje refrigerado, los frutos de todas las aplicaciones presentan una resistencia de la pulpa a la presión muy baja (3,9 lb), cercano a la madurez de consumo (2–3 lb). Estos frutos al ser sacados de la cámara refrigerada alcanzan la madurez de consumo rápidamente, aproximadamente dos días.

La poca diferencia presentada por las aplicaciones de ceras sobre la resistencia de la pulpa a la presión en la madurez 2, en comparación con el estado de Madurez 1 donde las ceras si mostraron un control por no mas de 30 días en este mismo parámetro, indican que el nivel de madurez de los frutos es muy influyente sobre la resistencia de la pulpa a la presión, por lo tanto, el ablandamiento de los frutos es afectado directamente por el período de almacenaje en donde las ceras tienen escasa o nula acción en disminuir su pérdida.

4.2.3. Evolución del color de la epidermis

4.2.3.1. Luminosidad

No existen diferencias significativas en la interacción de las aplicaciones de ceras y los períodos de almacenaje, sin embargo, al analizar por separado las aplicaciones de cera y en los períodos de almacenaje se aprecian diferencias significativas.

En el Cuadro 19, muestra el efecto de las aplicaciones de ceras sobre la luminosidad de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

CUADRO 19. Efecto de las aplicación de ceras sobre la luminosidad (L^*) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la Madurez 2.

Aplicaciones de ceras	Luminosidad (L^*)
Testigo	44,66 a
PCT 002	43,56 b
PCT 003	42,97 b
FFT 001	40,68 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el *test* de Tukey.

En el análisis de las aplicaciones de cera sobre la luminosidad, se observa que el testigo es diferente a todas las demás aplicaciones de ceras presentando una media mayor, las ceras PCT 002 y PCT 003 son iguales estadísticamente, la cera FFT 001 es diferente a todas las aplicaciones.

La cera FFT 001 es la que presenta el valor más bajo frente a todas las aplicaciones ceras, esta pérdida se debe al daño producido por la cera en la superficie de los frutos, acompañado de un oscurecimiento paulatino del daño en el tiempo, este es causado por algún componente de la cera.

Las aplicaciones de ceras PCT 002, PCT 003 y el testigo muestran un comportamiento diferente al presentado en la madurez 1, en donde la aplicación testigo presenta un valor promedio más bajo. Las diferencias presentadas en la luminosidad entre el testigo y las ceras, se justifica debido a que todas las ceras evaluadas en este ensayo, producen una modificación de la epidermis de los frutos al momento de su aplicación, que afectaron los valores de la luminosidad o claridad

del color de los frutos, dicha situación se observa con mayor claridad en la madurez 2.

En el Cuadro 20 se presenta el efecto del período de almacenaje sobre la luminosidad de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

CUADRO 20. Efecto del periodo de almacenaje sobre la luminosidad (L^*) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Períodos de almacenaje (días)	Luminosidad (L^*)
0	44,31 a
10	43,40 a b
20	43,03 b c
30	42,05 c
40	42,04 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Los períodos de almacenaje presentan diferencias, donde el tiempo 0 es diferente a los 20, 30 y 40 días de almacenaje refrigerado mostrando una pérdida de luminosidad en el transcurso del tiempo de almacenaje.

La pérdida de luminosidad de la epidermis de los frutos es gradual en el tiempo de almacenaje, y las aplicaciones de cera no son capaces de evitar la pérdida de claridad en comparación al testigo (no encerado). En la madurez 2, el periodo de almacenaje presenta gran significancia sobre este parámetro del color de la epidermis de los frutos, por lo tanto, el color verde de la epidermis de los frutos de palta se hace más oscuro a medida que transcurre el almacenaje, independientemente de la aplicación de cera utilizada.

4.2.3.2. Cromo

La interacción de las aplicaciones de ceras y el período de almacenaje no es significativa. El análisis del efecto de las aplicaciones de cera sobre la croma o saturación del color, (cuadro 21), arrojó como resultado diferencias significativas, para este caso, la aplicación de cera testigo posee la media mayor y es igual estadísticamente con la aplicación de cera PCT 002, al mismo tiempo este último es igual a la aplicación de cera PCT 003, pero distinto al testigo. La cera FFT 001 posee la media mas baja y es la única aplicación de cera distinta al resto.

CUADRO 21. Efecto de las aplicación de ceras sobre la croma (C*) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Aplicaciones de cera	Croma (C*)
FFT - 001	22,84 a
PCT - 003	27,07 b
PCT - 002	28,04 b c
Testigo	29,05 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

La pérdida de cromaticidad por parte de la aplicación de cera FFT 001, se debe principalmente a la pérdida de saturación de color verde de los frutos, o sea que el parámetro a^* del diagrama de color se hace menos negativo, a través del tiempo de almacenaje. La pérdida de saturación del color de la epidermis, se debe a que la cera FFT 001 produjo un daño en la superficie de los frutos en el transcurso del almacenaje modificando la croma.

La cera PCT 003 tiene un efecto sobre esta magnitud psicofísica mostrando una tendencia de los valores de a^* a ser menos negativos. Resultados similares encontraron McGUIRE y HALLMAN (1995) en guabas, quienes describen que frutos

tratados con dos ceras (en base a celulosa y carnauba) son capaces de mantener el color verde, pero son más oscuros (perdida de luminosidad) y el color es menos intenso (perdida de cromaticidad) en comparación con frutos no encerados.

En el Cuadro 22 se analizó la croma para los períodos de almacenaje, donde existen diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Los valores medios para cada período muestran similitud entre el tiempo 0 y el 30, siendo diferentes a los el tiempos 10, 20 y 40 de almacenaje.

La tendencia a la disminución de este valor para todas las aplicaciones de ceras se ve acrecentada a los 40 días de almacenaje refrigerado.

CUADRO 22. Efecto período de almacenaje sobre la croma (C^*) del color de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Periodo de almacenaje (días)	Croma (C^*)
0	28,77 a
10	26,30 b
20	26,15 b
30	29,43 a
40	23,09 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

La disminución de la croma o saturación del color, se debe a que el color verde es menos intenso a pesar de que a los 30 días se registro un alza, es evidente que la comparación entre la saturación del color de entrada a la cámara refrigerada es mucho más bajo que la registrada al termino del período de almacenaje, lo que confirma que este atributo del color tiende a descender en el tiempo.

4.2.3.3. Ángulo de tono

El Cuadro 23 describe el efecto de las aplicaciones de cera sobre la coloración de la epidermis de frutos en la madurez 2.

En el ángulo de tono (h°) se evaluaron los factores por separado, ya que la interacción entre ambos no fue significativa.

La separación de medias revela que el testigo es la aplicación que presenta la coloración más cercana al verde puro, en cambio los frutos con aplicación de ceras presentan una coloración que se aleja del verde puro, o sea, se hacen más amarillos.

CUADRO 23. Efecto de las aplicación de ceras sobre el ángulo de tono (h°) de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Aplicación de ceras	Angulo de tono (h°)
FFT 001	116,41 a
PCT 003	117,37 a b
PCT 002	117,47 b
Testigo	118,73 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

En la madurez 2 se puede ver que las ceras afectan la coloración de los frutos desde el momento en que se aplican, por lo tanto producen una alteración de la coloración que los frutos presentan en forma natural. (Figura 2)

El Cuadro 24, corresponde al análisis del factor tiempo de almacenaje sobre el ángulo de tono. La separación de medias permite evidenciar que no hay cambios hasta los 20 días de almacenaje, posterior a ese período, en los días 30 y 40 de

almacenaje, comienzan a apreciarse diferencias, las que se traducen en una pérdida paulatina del color verde.

CUADRO 24. Efecto del periodo de almacenaje sobre el ángulo de tono (h°) de la epidermis en frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Períodos de almacenaje (días)	Ángulo de tono (h°)
0	118,93 a
10	119,03 a
20	118,32 a
30	116,98 b
40	114,21 c

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

En estudios realizados por BANKS *et al.* (1997), se observa que un bajo contenido de O_2 y un alto contenido de CO_2 en la atmósfera interna de los frutos permiten reducir la pérdida del color verde. Efecto que en la retención del color no se pudo evidenciar en el presente ensayo, puesto que todas las aplicaciones de ceras disminuyeron en forma gradual la coloración (Figura 4).

Se puede observar que efectivamente las ceras afectaron la coloración de los frutos, puesto que el testigo se ubica en el tiempo 0, con un valor más alto que las demás aplicaciones de ceras, por otro lado, la pérdida de coloración en todas las aplicaciones de ceras durante el periodo de almacenaje refrigerado, se debe más bien a una degradación natural de la clorofila causada principalmente por acción de la enzima peroxidasa, en lugar de un efecto directo de las ceras. Resultados similares, se evidenciaron en los estudios de MAIBEE (1993), donde el encerado no mejoró la retención de la coloración verde de los frutos en comparación con la aplicación testigo.

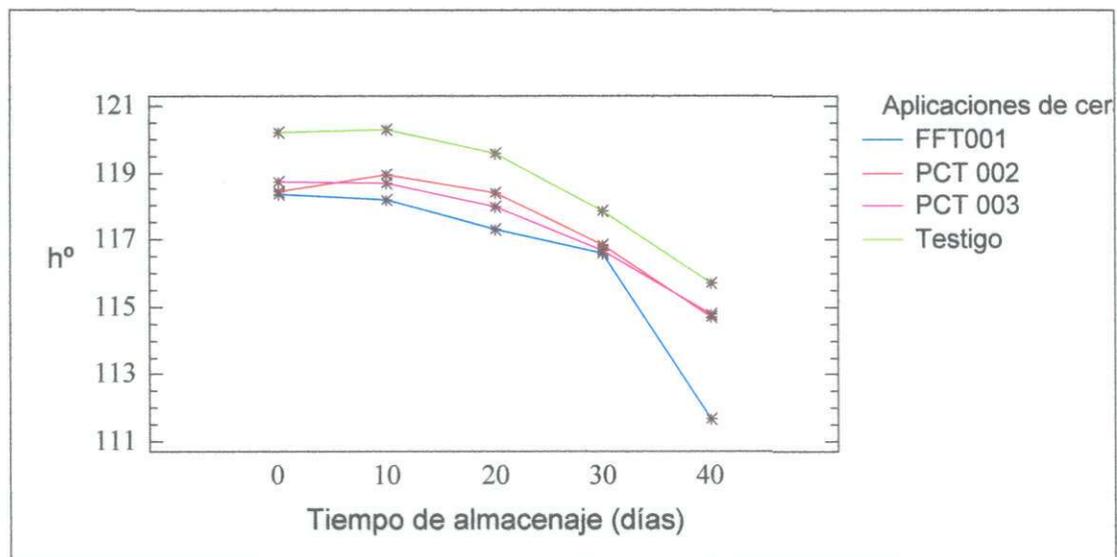


Figura 4. Gráfico de evolución del ángulo de tono de la epidermis de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Otro efecto importante de destacar es la tendencia a la pérdida de color a partir de los 20 días de almacenaje, en donde las pendientes de todas las aplicaciones de ceras presentan un valor negativo cada vez mayor, en medida que transcurren los días de almacenaje, en otras palabras con la aplicación de las ceras utilizadas no se logra disminuir de manera significativa la degradación del color que se presenta a partir de los 20 días.

4.2.4. Evolución del color de la pulpa

4.2.4.1. Luminosidad

En el estudio de la evolución de la luminosidad de la pulpa, la interacción de los factores no es significativo, por esta razón, se analizaron los factores por separado, siendo el período de almacenaje es altamente significativo ($p=0,00$), ocurriendo lo contrario con las aplicaciones de ceras, que no presentaron diferencias.

El Cuadro 25 analiza la evolución de la luminosidad para el periodo de almacenaje, donde se puede advertir que la pulpa presenta una tendencia a oscurecerse mientras mayor es el tiempo de almacenaje.

Desde los 20 días en adelante la luminosidad disminuye gradualmente, lo cual se repite para todos los aplicaciones de ceras inclusive para el testigo. Se observa entonces que las ceras no tienen la capacidad de mantener la luminosidad de la pulpa, hecho característico en ambos estados de madurez, por lo tanto, las ceras utilizadas no son sistemas eficaces para mantener la pérdida de luminosidad de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte en ninguno de los dos estados de madurez evaluados.

CUADRO 25. Efecto del período de almacenaje sobre la luminosidad (L^*) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Períodos de almacenaje (días)	Luminosidad (L^*)
0	83,91 a
10	82,31 a b
20	80,90 b c
30	79,90 c d
40	78,91 d

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Las aplicaciones de ceras presentaron los siguientes valores medios de luminosidad:

PCT 002 = 80,60

Testigo = 80,90

PCT 003 = 81,08

FFT 001 = 81,50

Al observar dichos valores se aprecia una leve variación de la de luminosidad en la pulpa, por lo tanto es posible pensar que no existe un efecto de las ceras aplicadas sobre esta variable.

4.2.4.2. Croma

El análisis de la croma de la pulpa, presento diferencias significativas para la interacción de los factores tiempo de almacenaje y aplicaciones de ceras, al mismo tiempo se aprecian diferencias significativas al analizar solo los tiempos de almacenaje.

En el Cuadro 26, se procede a analizar solamente la interacción de los factores descritos.

CUADRO 26. Efecto de la interacción entre aplicación de ceras y períodos de almacenaje en la croma (C*) de la pulpa de frutos cv. Fuerte para la madurez 2.

Aplicaciones de ceras	<i>Días de almacenaje</i>				
	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Testigo	43,34 a b	43,89 a b	39,50 b c d	36,30 d	35,54 d
PCT 002	43,34 a b	45,72 a	37,19 d	36,65 d	34,96 d
PCT 003	43,34 a b	43,07 a b	42,70 a b c	34,54 d	36,02 d
FFT 001	43,34 a b	43,75 a b	39,61 b c d	37,65 c d	36,85 d

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre las medias ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Hasta los 20 días de almacenaje la cera PCT 002 es la única aplicación que presenta diferencias en relación al tiempo 0. A partir de los 30 días de almacenaje todas las aplicaciones presentan una baja en la croma con relación a su condición de entrada a la cámara refrigerada. Sin embargo, a los 20 días de almacenaje se presentan diferencias entre las ceras PCT 002 y PCT 003, donde la cera PCT 002 presenta una variación en la cromaticidad durante los primeros 20 días de almacenaje refrigerado.

Se observa que ninguna cera evitó la pérdida de la croma o calidad del color, puesto que, en comparación al testigo, en ninguna de ellas se obtuvo como resultado una mejor mantención de la saturación del color, efecto producido por la una madurez más avanzada de los frutos, lo que reduce el efecto de las ceras sobre el control de la evolución de la madurez.

El período de almacenaje fue muy significativo, con un claro descenso de la cromaticidad en los todos frutos, desde los 20 días hasta el final del período de

almacenaje; lo que indica que el periodo de almacenaje influye en gran medida en la evolución de la cromas, ya que afecta de igual manera a los frutos encerados como a los que no se les realizó ninguna aplicación.

4.2.4.3. Ángulo de tono (h°)

El análisis estadístico no presentó diferencias en la interacción de los factores, pero sin embargo, se aprecian diferencias significativas al analizar por separado las aplicaciones de cera y el período de almacenaje, en base a estos resultados se elaboró el Cuadro 27 en el que se muestra el efecto de las aplicaciones de ceras sobre el ángulo de tono (h°).

CUADRO 27. Efecto de las aplicaciones de ceras sobre el ángulo de tono (h°) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte en la madurez 2.

Aplicaciones de ceras	Angulo de tono (h°)
PCT 002	104,00 a
FFT 001	105,00 a b
Testigo	105,06 a b
PCT 003	105,71 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Ninguna aplicación de cera fue distinta estadísticamente al testigo, existiendo sin embargo, diferencias entre las aplicaciones PCT 002 y el PCT 003; correspondiendo a los valores medios más bajo y más alto respectivamente, situación que se repite para el estado de madurez 1, donde la cera PCT 002 fue la que perdió mayor coloración de pulpa, a pesar de que no fue estadísticamente diferente.

En el cuadro 28, se presentan la separación de medias correspondientes al efecto del período de almacenaje sobre el ángulo de tono (h°).

CUADRO 28. Efecto del período de almacenaje sobre la ángulo de tono (h°) de la pulpa de frutos de palta cv. Fuerte, en la madurez 2.

Períodos de almacenaje (días)	Ángulo de tono (h°)
0	104,48 a b
10	105,01 a b
20	103,98 a
30	105,26 a b
40	105,98 b

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$), según el test de Tukey.

Se observa que los dos únicos períodos que muestran diferencias entre ellos son los períodos 20 y 40 de almacenaje. La evolución del color de la pulpa, tanto en la madurez 1 como en la madurez 2, no se visualiza claramente, presentando solo variaciones esporádicas en el tiempo.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por MAIBEE (1993), el color del mesocarpio es uniforme a los 20 días de almacenaje para todos los tratamientos, y solo a los 34 días muestran diferencias entre las ceras.

Es posible concluir entonces que, mientras más maduros sean los frutos, mayor será el efecto de las ceras sobre la mantención del color del mesocarpio, evitando así un paso de verde a amarillo en forma acelerada a través del tiempo.

En el presente ensayo solo se encontraron diferencias en la madurez 2 con respecto a este parámetro, no apreciándose un efecto claro de las ceras sobre el ángulo de tono de la pulpa.

4.2.5. Daños por hongos

En ninguno de los frutos en el estado de madurez 2 se observaron daños por hongos a la salida de la cámara refrigerada, independientemente del periodo de almacenaje y de la aplicación de cera utilizada.

4.2.6. Panel de degustación

El análisis se realizó por empates, asumiendo que los panelistas calificaron a lo menos dos tratamientos en igual nivel de calidad.

4.2.6.1. Apariencia externa

En el Cuadro 29, se analizó el efecto en la apariencia externa de las aplicaciones de ceras para cada periodo de almacenaje.

CUADRO 29. Efecto de la aplicación de ceras sobre apariencia externa de frutos cv. Fuerte en la madurez 2.

<i>Aplicaciones de ceras / Días de almacenaje</i>							
Aplic.	10 d	Aplic.	20 d	Aplic.	30 d	Aplic.	40 d
Testigo	4,0 a	FFT001	3,5 a	FFT001	4,0 a	FFT001	3,9 a
FFT001	3,2 a	Testigo	2,5 a b	Testigo	3,2 a b	Testigo	2,5 a b
PCT003	2,7 a b	PCT003	1,9 a b	PCT003	3,0 a b	PCT002	2,3 b
PCT002	1,5 b	PCT002	1,6 b	PCT002	1,91 b	PCT003	1,9 b

Promedios con letras minúsculas distintas en un mismo período indican diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($\alpha=0,05$), según el test de comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4= mala; 5= muy mala

Con las aplicaciones PCT 002 y PCT 003 se obtienen las calificaciones más altas para todos los periodos de almacenaje, los que son evaluados por los panelistas como de apariencia *buena*. Esta respuesta podría ser influenciada por el brillo de los frutos y la mejor presentación de éstos, obtenida por la escasa pérdida de humedad de los frutos encerados en comparación al testigo, luego de que los frutos

alcanzaran su madurez a temperatura ambiente. Resultados similares se obtuvieron para la madurez 1.

Por otro lado, la cera FFT 001 resulta ser la menos aceptada, con tendencia a ser calificada como mala, dicha impresión se debe al daño causado por la cera sobre la epidermis de los frutos.

4.2.6.2. Apariencia interna de la pulpa

En el Cuadro 30, se analizó la apariencia interna de los frutos.

CUADRO 30. Efecto de la aplicación de cera en relación a la apariencia interna de frutos cv. Fuerte en la madurez 2.

<i>Aplicaciones de ceras / Días de almacenaje</i>							
Aplic.	10 d	Aplic.	20 d	Aplic.	30 d	Aplic.	40 d
FFT 001	3,2 a ^x	FFT001	4,25 a	PCT003	5,0 a	FFt001	4,0 a
Testigo	2,2 a b	PCT002	3,5 a b	Testigo	3,0 a b	Testigo	3,0 a
PCT002	2,2 a b	Testigo	3,5 a b	PCT002	2,88 b	PCT003	2,0 a b
PCT003	2,2 b	PCT003	2,75 b	FFT001	2,62 b	PCT002	1,0 b

Promedios con letras minúsculas distintas en un mismo período indican diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($\alpha=0,05$), según el *test* de Comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4= mala; 5= muy mala

Se puede observar que existe una tendencia de las aplicaciones PCT 002 y PCT 003 a ser los mejores calificados, lo cual no ocurrió en la madurez 1. VORSTER, TOERIEN y BEZUIDENHOUT (1987), afirman que los frutos en estados de madurez más avanzados presentan menor incidencia de daño por frío y por consecuente mejor apariencia de la pulpa, lo que puede explicar la disminución y la mejora en la calificación de los jueces.

Por otro lado la cera FFT 001 fue la aplicación de cera con más baja calificación, en los 10, 20 y 40 días de almacenaje.

4.2.6.3. Sabor

En el Cuadro 31, se presenta el análisis del sabor, en cual, es posible apreciar diferencias significativas en los días 10 y 40.

CUADRO 30. Efecto de la aplicación de ceras sobre el sabor de frutos cv. Fuerte en la madurez 2.

<i>Aplicaciones de ceras / Días de almacenaje</i>			
Aplicaciones de ceras	10 días	Aplicaciones de ceras	40 días
PCT 003	2,5 a	FFT 001	3,67 a
FFT 001	2,5 a	PCT002	3,06 a b
PCT 002	2,5 a	Testigo	2,69 a b
Testigo	1,5 b	PCT003	2,31 b

Promedios con letras minúsculas distintas en un mismo período indican diferencias significativas entre las aplicaciones de cera ($\alpha=0,05$), según el test de Comparaciones múltiples de Friedman.
1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4= mala; 5= muy mala

A los 10 días de almacenaje el testigo es evaluado como la única aplicación diferente, con tendencia a ser calificado de bueno - muy bueno. A los 40 días de almacenaje, la cera PCT 003 fue calificada en la apreciación de regular-bueno, siendo la cera FFT 001, la cual es diferente estadísticamente a la PCT 003, calificada como mala, lo cual puede ser producido por el efecto de la cera sobre el intercambio de gases, lo que alteraría el sabor natural de la palta por sabores indeseados.

4.2.6.4. Textura de la pulpa

Para este parámetro no se encontraron diferencias significativas, el rango donde se ubicó la calificación fue de 2,5 a 3,09, lo cual se traduce en una poca diferenciación y apreciación de la textura por parte de los panelistas. Esto indica que las aplicaciones de cera no alteraron, o bien fue imperceptible la acción de las ceras y el almacenaje sobre la textura.

4.2.7. Daños internos

La superficie del fruto dañada por la decoloración de pulpa y el oscurecimiento de fibras en 10 frutos evaluados por período de almacenaje para la madurez 2, se presenta el Cuadro 32.

CUADRO 32. Incidencia de daños por frío de la pulpa en la madurez 2.

Aplicaciones de ceras	<i>Período de almacenaje (días)</i>			
	10	20	30	40
Testigo	1	2	1	2
PCT 002	1	3	2	3
PCT 003	1	2	3	3
FFT 001	1	2	2	2

Escala de daños. 1= 0% 2= 1-20% 3= 21-50 % 4= 51-70% 5= +70%

Se puede observar que hasta los 20 días los daños son leves para todas las aplicaciones de ceras, pasado dicho tiempo los daños se incrementan, siendo las aplicaciones de ceras PCT 003 y PCT 002 las que presentan mayor daño a los 40 días de almacenaje.

Se aprecia una disminución en la incidencia del daño interno con la aplicación de la cera FFT 001 y en menor medida con la aplicación de la PCT 003, en comparación a la madurez 1. Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por VORSTER TOERIEN y BEZUIDENHOUT (1987), el cual afirma que la fruta cosechada tempranamente en la temporada es más sensible al daño por frío, que la fruta cosechada más tardíamente en la temporada.

En la aplicación de cera FFT 001, se redujo en forma importante los daños por frío entre la madurez 1 y la madurez 2, puesto que en la madurez 1 hubo mayor porcentaje de pérdida de peso del fruto. Lo anterior concuerda con lo afirmado por BOWER y CUTTING (1987) sobre el hecho de que la deshidratación de los frutos realza los síntomas de daños por frío.

5. CONCLUSIONES.

Producto del análisis de los efectos producidos por la aplicación de las ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002 en frutos de palta cv. Fuerte, en un estado de madurez 1 (9,03 – 12,00 % de aceite) almacenados a una temperatura de 7 ± 1 °C, se puede concluir que:

- a. Ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002, en las condiciones aplicadas, afectan el color de la epidermis de los frutos, modificando el ángulo de tono hacia una coloración más amarilla.
- b. Ceras PCT 002 y PCT 003 disminuyen la pérdida de la resistencia a la pulpa presión de frutos de plata cv. Fuerte hasta por 30 días de almacenaje refrigerado a 7 ± 1 °C.
- c. Las ceras PCT 002 y PCT 003 reducen la pérdida de peso de los frutos de palta cv. Fuerte, por 40 días de almacenaje refrigerado a 7 ± 1 °C.
- d. Ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002, no producen un efecto significativo sobre la prolongación del período de almacenaje refrigerado.
- e. Las ceras PCT 002 y PCT 003 mejoran la apariencia externa del fruto aumentando el brillo, alteran la apariencia interna por un aumento de desordenes internos, sin presentar un efecto definido sobre el sabor y textura.

Producto del análisis de los efectos producidos por la aplicación de las ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002 en frutos de palta cv. Fuerte, en un estado de madurez 2 (13,38 – 17,63 % de aceite) almacenados a una temperatura de 7 ± 1 °C, se puede concluir que:

- a. Las ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002, en las condiciones aplicadas, alteran la coloración de la epidermis de los frutos, modificando el ángulo de tono hacia una coloración amarilla.
- b. Las ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002 no tienen incidencia sobre la pérdida de la resistencia de la pulpa a la presión durante los 40 días de almacenaje refrigerado, para este estado de madurez
- c. Las ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002, disminuyen la pérdida de peso de paltas cv. Fuerte durante 40 días de almacenaje refrigerado a 7 ± 1 °C, para este estado de madurez.
- d. Ceras FFT 001, PCT 003 y PCT 002, en las condiciones aplicadas, no presentan un efecto sobre la prolongación en el período de almacenaje en este estado de madurez.
- e. Ceras PCT 002 y PCT 003 mejoran la apariencia externa de los frutos producto del brillo, modifican la apariencia interna con un aumento en los desórdenes internos por frío, sin presentar un efecto claro sobre el sabor y textura.

6. RESUMEN

La producción de paltas en Chile se incrementado significativamente en los últimos años. Parte importante de esta producción se destina a países como Estados Unidos y a la Comunidad Económica Europea. Las exigencias de estos mercados, han llevado a desarrollar líneas de investigación orientadas a mejorar la calidad del producto que llega a los consumidores de estos destinos. En este contexto, el presente ensayo estudia la eficacia de la aplicación de distintos tipos de coberturas naturales sobre paltas cv. Fuerte, para prolongar la vida de almacenaje refrigerado a 7 ± 1 °C y su efecto sobre la calidad de los frutos. Se aplicó tres tipos de ceras Sta-fresh 975, Prima fresh 31 K y Natural Shine 9000 a 280 frutos de palta cv. Fuerte en dos estados de madurez (20,81-23,63% y 24,94-28,99%, de materia seca) y cuatro periodos de almacenaje refrigerado (10, 20, 30 y 40 días). Se evaluaron los siguientes parámetros: porcentaje de pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión, color de epidermis, color de mesocarpio y daños internos. Se realizó un periodo de comercialización simulada, luego del cual se evaluó: sabor, apariencia externa, apariencia interna y textura.

Los resultados muestran que en general a los 30 días de almacenaje, se obtienen resultados positivos en la disminución de la pérdida de peso, resistencia de la pulpa a la presión y apariencia externa, empeorando la calidad interna, no mostrando variaciones en el sabor, textura y color de la pulpa. A los 40 días de almacenaje, se obtienen resultados favorables en la disminución de la pérdida del peso y apariencia externa, se observan daños internos. Sin embargo, habría que destacar que para el primer estado de madurez solo dos ceras (Prima fresh 31 K y Natural Shine 9000) disminuyeron la pérdida de peso. En general, se podría señalar que los tres tipos de ceras utilizados bajo las condiciones del estudio no contribuyen a mejorar la calidad del fruto en todos los aspectos estudiados. Sin embargo, este estudio podría servir de orientación para probar experimentalmente el uso de estas ceras en otras condiciones y/o comprobar el efecto de otros tipos de coberturas naturales en condiciones distintas de almacenaje.

7. ABSTRACT

Chilean avocado production has increased substantially in the past few years. Most of the production is exported to the United States and the European Union. The demands of these markets make research necessary in order to improve the quality of the product that arrives to the end consumers. In the present study, the effectiveness of different types of natural coverings was studied in 'Fuerte' avocados, in order to improve quality and shelf-life after cold storage at $7\pm 1^{\circ}\text{C}$. Three types of waxes were used: Sta-fresh 975, Prima fresh 31 K, and Natural Shine 9000; using 280 fruits at two ripening stages (20.81-23.63% and 24.94-28.99% dry matter) and four cold-storage periods (10, 20, 30, and 40 days). The following parameters were evaluated: percent weight lost, pulp resistance to pressure, epidermis and mesocarp color, and internal damage. After-storage, shelf life was then tested, evaluating: flavor, external appearance, internal appearance, and texture.

The results indicate that after 30 days of storage, the weight loss, pulp pressure resistance, and external appearance were not affected, but the internal quality was lower, although the flavor, texture and pulp color did not change during storage. After 40 days of storage, internal damage was evident, but the weight loss and external appearance were still good. Nevertheless, it is important to mention that when the less ripe fruit was used, only 2 waxes were effective in reducing weight loss (Prima Fresh 31 K and Natural Shine 9000). In general, the 3 waxes were not effective in maintaining all of the fruit quality traits included in this study. Nevertheless, this study could be useful in designing further experiments using these waxes under other conditions, and/or studies on the effect of other types of waxes or other storage conditions.

8. LITERATURA CITADA

- ALVARES, M., HENRIQUE, C., MARIA, C; DOMINGOS, J., 2000. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar fuerte, armazenados em temperatura ambiente. *Scientia Agricola*. 57 (4):777-780.
- BANKS, N.H; CUTTING, J.G. and NICHOLSON, S.E. 1997. Approaches to optimising surface coatings for fruits. *New Zealand journal of crop and horticultural science*. 25: 261-272.
- _____ ; JOHNSTON J.W.; WATSON R.A.; KINGSLEY A.M. and MACKAY B.R. 1997. Coating to enhance fruit life. Cutting, J. ed. *Proceedings from Conference '97: Searching for Quality*. Meeting of the Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association, Inc. 23-26 September 1997. pp 46-54.
- BASKARAN, R.; PUYED, S. and HABIBUNNISA. 2002. Effect of modified atmosphere packaging and waxing on the storage behavior of avocado fruits (*Persea americana* Mill). *Journal of food science and technology*. 39 (3):284 – 287.
- BERGER, H. 1996. Nuevas opciones en el manejo de fruta después de cosecha. In: Razeto, B. y Fichet, T. eds. *Cultivo del palto y perspectivas de mercado*. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 123 p. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas, N° 45).
- BERGER, H.; AUDA, C. y GONZALEZ, E. 1982. Almacenamiento de paltas (*Persea americana* mill.) cv. Fuerte y Hass en atmósfera modificada y refrigeración común. *Revista Semente*. 52 (1-2): 55-60.
- BEZUIDENHOUT, J., VORSTER, L., and TOERIEN, J. 1992. Temperature management – the basis for succesful export of South African "Fuerte" avocados. Lovatt, C. ed. *Proceedings of World Avocado Congress II*. Orange, april 21-26, 1991. pp. 427-423.

- BOWER, J.P and MAGWAZA L.S. 2004. Effect of coatings and packaging on external and internal quality with emphasis on "cold injury". South African Avocado Growers' Association Yearbook. 27: 35-39.
- _____. 1988. Pre- and Postharvest measures for long-term storage of avocados. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 11: 68-72.
- _____ and CUTTING. 1987. Some factors affecting post-harvest quality in avocado fruit. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 10: 143-146.
- CARRILLO, C. y LIZANA, L. 1995. Almacenaje de frutos de palto (*Persea americana* mill.) cv. Fuerte en atmósfera controlada. Cuarto simposio internacional de manejo, calidad y fisiología postcosecha de frutas. Lizana, A. ed. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de ciencias agrarias y forestales. pp. 109 – 114. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas, Nº 42).
- CUTTING, J.G.M., and WOLSTENHOLME B. N. 1992. Maturity and water loss effects on avocado postharvest physiology in fruit produced under cool environmental conditions. Journal of Horticultural Science. 67 (4): 569-575.
- _____ ; BOWER, J.P. and WOLSTENHOLME, B.N. 1988. Effect of harvest date and applied ABA on polyphenol oxidase levels in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. Journal of Horticultural Science. 63: 509-515.
- DURAND, B.; ORCAN, L.; YANKO, U.; ZAUBERMAN, G. and FUDHS, Y. 1984. Effects of waxing on moisture loss and ripening of "fuerte" avocado fruit. HortScience. 19 (3): 421-422.
- ECHEVERRÍA, R. 1988. Efecto del uso de cera y una película plástica sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de frutos de palta (*Persea americana* mill.) cv. Fuerte cosechado en dos estados de madurez. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 74 p.
- GARIJO, A.J. 2001. Influencia de las condiciones y tratamientos de la maceración a baja temperatura sobre la calidad de vinos rosados de Monastrell; Tesis Ph.D., Albacete. Universidad Castilla - La Mancha. 390 p.

- HAGENMAIER, R. and SHAW, P. 1992. Gas permeability of fruit coating waxes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117: 105-109.
- JEONG, J.; HUBER, D.; and SARGENT, S. 2003. Delay of avocado (*Persea americana*) fruit ripening by 1-methylcyclopropene and wax treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 247-257.
- JOHNSTON, J.H and BANKS, N.H. 1998. Selection of a superface coating and optimisation of its concentration for use on "hass" avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *New Zeland Journal and Horticultural Science*. 26: 143-161.
- JOYCE, D.C.; SHORTER, A.J. and JONES P.N. 1995. Effect of delayed film wrapping and waxing on the shelf life of avocado fruit. *Austalian journal of experimental agriculture*. 35: 657-659.
- KREMER-KÖHNE, S and DUVENHAGE, J.A. 1997. Alternatives to polyethylene wax as post-harvest treatment for avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 20: 97-98.
- _____. 1996. Fuerte fruit quality as influenced by post-harvest chlorine and wax treatments. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 19: 111-112.
- LATORRE, F. 1994. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación de porcentaje de humedad en frutos de paltas (*Persea americana* mill.) cvs. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell. Tesis. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 69 p.
- LUZA, J. 1981. Caracterización y comportamiento en postcosecha de paltas de raza mexicana cultivadas en Chile (*Persea americana* mill.). Tesis. Ms. Sc. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 102 p.
- LYE, M. L.; KLUGE, R.; JACOMINO, P.; TAVARES, S. 2003. Conservação refrigerada de lima ácida 'tahiti': uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal – SP. 25 (3): 406-409.

- MADRID, R.; BORONAT, M. y ROSAURO C. 1998. Evolución del color superficial de los frutos. Índice de madurez. *Agrícola Vergel*. 196: 210-218.
- MAIBEE, A. 1993. Efecto de una cobertura de ceras naturales y un ester de sacarosa, sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas (*Persea americana* mill.) cv. Fuerte en distintos niveles de madurez. Tesis. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 77 p.
- MARTINEZ-JAVEGA. 1995. Avances en el uso de productos químicos, embalajes y manejo de la temperatura para reducir desordenes y alteraciones fisiológicas. Lizana, A. ed. Cuarto simposio internacional de manejo, calidad y fisiología postcosecha de frutas. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de ciencias agrarias y forestales. pp. 59-66.
- MARURI, J. 1990. Efecto del encerado sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas cv. Edranol cosechadas con tres niveles de madurez. Tesis. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 78 p.
- McGUIRE, R. and HALLMAN, G. 1995. Coating Guavas with cellulose- or carnauba-based emulsions interferes with postharvest ripening. *Hortoscience*. 2 (30): 294-295.
- _____. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*. 27 (12): 1254-1255.
- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. 2004. Bases de datos: estadísticas productivas, comercio exterior agropecuario. (On-line). www.odepa.cl.
- POWELL Q. W .G. 1988. Shrink-wrap of avocado in combination with waxing and fungicide. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 11: 39-40.
- RANNEY, C.A.; GILLETE, G.; BRYDON, A.; MDNTYRES.; RIVERS, O. and VASQUEZ C. A. 1992. Physiological maturity and percent dry matter of California avocado. Lovatt, C. ed. *Proceedings World Avocado Congress II*. Orange, april 21-26, 1991. pp. 379-385.

- SUAREZ, R. 1993. Efecto del uso de un ester de sacarosa en dos estados de madurez de palta (*Persea Americana Mill.*) cv. Edranol, durante el almacenaje refrigerado. Tesis. Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 77 p.
- UNDURRAGA, P. y OLAETA J. A. 2004. Coberturas Naturales: Un avance en la calidad de la conservación de frutas y hortalizas de Chile, para los mercados internacionales. Avance Agrícola. 131: 2-5.
- VORSTER, LL; TOERIEN, J.C. and BEZUIDENHOUT, J.J. 1987. A storage temperature regime for South African export avocados. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 146-149.
- ZAGORY D. and KADER A. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Food technology. 42 (9): 70-77
- ZAUBERMAN G. and JOBIN-DECOR M. 1995. Avocado (*Persea americana Mill.*) quality changes in response to low-temperature storage. Postharvest Biology and Technology, 5: 235-243.