UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE HORTICULTURA

EFECTO DEL ENCERADO SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN ALMACENAJE REFRIGERADO DE PALTAS cv. EDRANOL COSECHADAS CON TRES NIVELES DE MADUREZ

JAIME IGNACIO MARURI HERRERA

QUILLOTA CHILE

1990

INDICE DE MATERIAS

1. Introducción 1

2. Revisión bibliográfica 5

2.1. Anatomía del fruto 5

2.2. Desarrollo del fruto 6

2.3. Determinación de Madurez de Cosecha 7

2.4. Maduración y ablandamiento 10

2.5. Almacenaje refrigerado 11

2.5.1. Influencia de la humedad relativa 13

2.5.2. Alteraciones durante el almacenamiento refrigerado 15

2.6. Uso de emulsiones de cera 17

3. Material y método 23

4. Presentación y discusión de resultados 33

4.1. Efecto del índice de madurez y del encerado sobre la resistencia a la presión 33

4.2. Efecto del índice de madurez y del encerado sobre pérdida de peso. 41

4.3. Evaluaciones de las variables cualitativas 50

4.3.1. Evolución del color del mesocarpo 50

4.3.2. Evolución del color de la epidermis 52

4.3.3. Evolución de la apariencia externa 54

4.3.4. Evolución de los desórdenes fisiológicos 59

4.3.5. Pudriciones y/o daños 62

4.4. Evaluación sensorial 63

5. Conclusiones 66

6. Resumen 68

7. Literatura citada 71

INDICE DE FIGURAS

Pág.

1. Efecto del índice de madurez sobre la resistencia a la presión, en paltas enceradas, al cabo de 40 días de almacenaje refrigerado. 39

2. Efecto del periodo de almacenaje refrigerado (5-7°C) sobre la pérdida de peso para el promedio de los tres índices de madurez. 42

3. Porcentaje promedio de pérdida de peso según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez I. 43

4. Porcentaje promedio de pérdida de peso, según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez II. 44

5. Porcentaje promedio de pérdida de peso, según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez III. 45

6. Efecto del encerado sobre la pérdida de peso promedio de los tres niveles de madurez, a los 40 días de almacenaje refrigerado. 47

INDICE DE CUADROS

		Pág.
1.	Rangos de aceite considerados para determinar los distintos estados de madurez y momento de cosecha de paltas CV. Edranol.	24
2.	Parámetros evaluados para determinar el efecto del encerado.	26
3.	Rangos de color utilizados para evaluar la evolución durante el almacenaje refrigerado, de la epidermis de paltas CV. Edranol.	28
4.	Rangos de color utilizados para evaluar la evolución del mesocarpo durante el almacenaje refrigerado	28
5.	Descripción de los factores	31
6.	Evolución de la resistencia a la presión en libras, de paltas CV. Edranol para 30 y 40 días de almacenaje refrigerado a 5-7°C cosechadas en tres niveles de madurez.	35
7.	Efecto del índice de madurez sobre la pérdida de porcentual de peso de los frutos, luego de 40 días de almacenaje refrigerado.	48
8.	Efecto del encerado y del índice de cosecha sobre el color del mesocarpo a los 40 días de almacenaje refrigerado.	51
9.	Evolución del color de la epidermis durante el período de almacenaje refrigerado para paltas CV. cosechadas en tres niveles de madurez.	53

10. Evolución de la apariencia externa durante el período de almacenaje refrigerado, para paltas CV. Edranol, cosechadas en tres niveles de madurez. 55

11. Efecto del encerado y del índice de madurez sobre la apariencia externa de paltas CV. Edranolalmacenadas por 40 días a 5 - 7° C. 58

12. Evolución en la aparición de desórdenes fisiológicos de paltas CV. Edranol durante el almacenaje refrigerado. 60

INTRODUCCION

El aumento sostenido que registró en la última década la superficie destinada al cultivo de paltos en Chile, y el consiguiente aumento en la producción, hacen pensar que ésta sobrepasará la capacidad de consumo del mercado interno, aun cuando el consumo per cápita en Chile está considerado uno de los más altos en el mundo.

De hecho, la superficie total plantada con huertos industriales es alrededor de 8000 hás, de las cuales casi el 50% se concentran en la V región (CIREN -CORFO, 1987-88).

Por esta razón en los últimos años se han buscado alternativas de exportación de fruta a Europa, Argentina y USA, principalmente.

Los volúmenes exportados hasta ahora han sido en general bajos en relación a la producción total nacional, no estableciéndose todavía un comercio regular para esta especie.

Recientemente se han dado las condiciones que permiten mejorar la distribución y comercialización de paltas, sobre todo en EE.UU., lo que hace pensar seriamente en las posibilidades de expansión en los volúmenes de paltas chilenas exportadas hacia este mercado.

Por otro lado PROCHILE (1980), señala a Francia como un potencial comprador de fruta chilena, ya que representa el mercado europeo más grande, con volúmenes de importación del órden de las 29.000 ton.

Según ODEPA (1987), desde Enero a Noviembre de 1987 se exportaron un total de 73.643 kg. de paltas frescas, de las cuales 5.315 kgs. correspondieron al cultivar Edranol. El principal mercado de estas exportaciones fue Argentina con un 55,7% del total, luego España con un 36% y por último EE.UU con un 8,2%.

En 1986, Norteamerica representó el primer mercado comprador con un 96,38% del volumen exportado entre los meses de Septiembre y Enero, época en que Chile podría enviar paltas de la variedad Edranol en mayor cantidad (CIREN-CORFO, 1985-86).

Cualquier intención de exportación de fruta a Europa implica que las paltas deben resistir, en buenas condiciones, entre 40 a 45 días de almacenamiento refrigerado durante el transporte marítimo y a lo menos 6 a 7 días para su comercialización (SERPLAC V Región, 1984).

Debido a ésto, la conservación de paltas es una práctica necesaria cuando se pretende extender la distribución del producto hacia mercados lejanos.

Se han realizado variadas experiencias durante los últimos años, tendientes a prolongar la vida de postcosecha de paltas cosechadas con diferentes índices de madurez, el cual debería tener algún grado de influencia en el desarrollo de la maduración.

Dentro de este contexto, las emulsiones de cera han llegado a ser importantes en el almacenaje y comercialización de paltas (DURAND, et al. 1982)., ya que en general vegetales encerados manifiestan una mejor condición de post-cosecha.

Sobre la base de estos antecedentes se plantearon los objetivos del presente trabajo experimental:

- Determinar el efecto de cosechar con tres niveles de aceite sobre la deshidratación de paltas almacenadas con y sin película de cera.

- Evaluar el efecto de la aplicación de una película de cera sobre la evolución de la madurez en paltas cosechadas con tres niveles de contenido de aceite.

- Establecer si el encerado provoca diferencias en las condiciones organolépticas de paltas cosechadas con tres niveles de aceite.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Anatomía del fruto:

El fruto del palto es una baya monocarpelar con una semilla (CUMMING, K. y SCHOEDER, C.A., 1942).

Su tamaño es variable, y según la variedad posee un epicarpio constituído por una firme y lisa película o una corteza gruesa y correosa, de coloración entre el verde y el violeta (IBAR, 1979).

El exocarpio consiste en una epidermis simple, 1-3 capas de células parenquimáticas y una capa de esclerenquima o células pétreas limitando la superficie interna de la piel (CUMMING, K y SCHOEDER, C.A., 1942).

El mesocarpo está formado por una pulpa de consistencia blanda de tejido parenquimático homogéneo cuyo principal componente es el aceite (BIALE y YOUNG, 1971). Los ácidos grasos constituyentes del aceite, en su mayoría corresponden a los denominados esenciales. Los ácidos palmitoleico, oleico y linoleico representan el 95% de los ácidos grasos que conforman los lipidos, estando en mayor proporción el ácido oleico (MAZLIAK, 1965).

La palta contiene una gran semilla central que puede constituir hasta un 25% del total del peso de la fruta; posee dos cotiledones, plúmula, hipocotilo, radícula y dos finas cubiertas seminales adheridas una a la otra, que se endurecen a medida que avanza la madurez del fruto. (LEWIS, C.E., 1978).

En todo el mesocarpo se encuentra tejido vascular, que es asimétrico y ramificado (CUMMING, M. y SCHOEDER, 1942). Estas fibras conductoras pueden tornarse de color oscuro en frutas sobremaduras, impropiamente ablandadas o que han sufrido daño por heladas; este fenómeno se atribuye a decoloración de los elementos traqueales (BIALE, J.B. y YOUNG, R.E., 1971).

2.2. Desarrollo del fruto:

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

El contenido lipídico aumenta durante el desarrollo del fruto en forma paralela al incremento de peso, a la vez que se observa una disminución en el contenido de humedad (MAZLIAK, P. 1971).

HODGKIN, G.B. (1939); HATTON, T. y CAMPBELL (1957), señalan que existe una estrecha relación entre el contenido de aceite de los frutos y su palatibilidad.

2.3. Determinación de Madurez de Cosecha:

El fruto del palto continúa la división celular hasta la maduración completa y no se ablanda mientras permanece en el árbol (CHANDLER, 1962). Esta falta de maduración, se ha atribuído a una sustancia inhibitoria, probablemente hormonal, transmitido desde el árbol a la fruta (BIALE, 1971; BURG, 1962).

La determinación de un standard comercial de madurez mínimo, es especialmente difícil en paltas, ya que la maduración no va acompañada de cambios en apariencia externa (KRAMER, 1973).

Al respecto ROSENBERG y GARDIAZABAL (1986), señalan que el criterio de determinación de madurez más aceptable es el contenido de aceite, ya que es el que le da el sabor a la fruta.

Estudios realizados por LEE et. al. (1983), revelan una estrecha correlación entre los contenidos de aceite y el peso seco durante la maduración.

El aumento constante del peso seco durante el desarrollo se debe principalmente al aumento de la fracción lipídica.

En base a estos antecedentes se realizaron, a través de un análisis de regresión lineal, ecuaciones que relacionan el peso seco con el contenido de aceite. Por lo tanto, determinando el peso seco de la fruta podemos cuantificar, en forma mas o menos precisa el contenido lipídico.

Por otra parte PEARSON y SWARTS (1975), señalan que el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad, durante la maduración es una constante, lo que implica que la tasa de incremento del aceite es inversamente proporcional a la tasa de disminución del agua en el fruto.

MARTINEZ (1984), basado en lo anterior estudió la evolución en los contenidos de aceite y humedad para algunos cultivares de paltas, y así desarrolló la siguiente ecuación de regresión lineal para el CV. Edranol:

$$\% \text{ Aceite} = 53{,}246 - 0{,}561 \times (\% \text{ humedad})$$

Este método permite estimar en forma sencilla, el contenido aproximado de aceite que tiene la fruta en un momento determinado.

El poder determinar el contenido lípidico de una manera práctica y sencilla es de gran utilidad debido a que existe una estrecha relación entre el contenido de aceite de los frutos y su palatabilidad (HODGKIN, G.B, 1939; HATTON, T. Y CAMPBELL, 1959).

Al respecto MARTINEZ, (1984) recomienda que el contenido de aceite mínimo con que deben cosecharse las paltas del CV. Edranol, es de un 10%.

2.4. Maduración y Ablandamiento:

El rápido ablandamiento y descomposición de las paltas después de la cosecha va unido a una respiración relativamente activa, la cual es mayor y con un aumento crítico más rápido, cuando las temperaturas son más altas de 21 a 24°C (CHANDLER, 1962).

Una vez cosechada la fruta y durante la maduración, la firmeza de la pulpa sufre un ablandamiento que representa uno de los cambios más marcados en este período. Al respecto LEWIS (1978), define este ablandamiento, como la secuencia de cambios que llevan al estado en que la fruta es aceptable para ser consumida.

Con respecto al ablandamiento DOLENDO, A.L., B. LUTH y H. PRATT (1966) plantean que éste se acompaña de una rápida disminución de la protopectina y un aumento de la pectina soluble en agua, junto con un alza y posterior caída de la tasa respiratoria.

2.5. Almacenaje Refrigerado:

Normalmente, las frutas tropicales y subtropicales presentan una escasa duración después de su cosecha, y además son muy sensibles al frío.

El período de almacenaje y la temperatura óptima para las paltas varía de acuerdo al cultivar, época de cosecha, influencias del medio ambiente, prácticas culturales, estado de desarrollo y otros factores internos y externos (CAMPBELL Y HATTON, 1960; KOSIYACHINDA Y YOUNG, 1976; LUTZ y HANDENBURG, 1968; OVERHOLSER, 1925).

En general se ha reconocido que las variedades en las que predominan las características de las denominadas razas mexicanas y guatemaltecas son más tolerantes a las bajas temperaturas de almacenaje (VASQUEZ, 1975).

El objetivo de un almacenaje refrigerado es retrasar la actividad biológica para mantener una calidad óptima (THOMPSON, 1982).

Paltas Hass con distintos estados de madurez mostraron diferentes efectos frente a la temperatura de almacenamiento. Con un contenido de 17,2% de aceite, resultó igual conservar las frutas a 7°C. durante todo el periódo de guarda o usar 7°C. los 15 primeros días y continuar a 4°C. el tiempo restante. Cuando se utilizó un 19,9% de aceite, el tratamiento de temperatura combinada evitó el ablandamiento (BERGER, AUDA Y CONZALEZ, 1982).

Lo anterior se confirma con lo señalado por VALDIVIESO (1987) quien trabajando en almacenaje de paltas concluye que un manejo de temperatura combinada retrasa la maduración.

Por otro lado CHANDLER (1962), trabajando con paltas, determinó que a una temperatura de 5°C., no puede apreciarse un aumento crítico sensible en la respiración.

Manteniendo los niveles respiratorios a una tasa más baja es posible prolongar la vida de postcosecha de la fruta. Para lograr este objetivo se han usado, aparte del manejo de temperatura, algunas modificaciones de la atmósfera en que se almacenan.

2.5.1. Influencia de la Humedad Relativa:

La deshidratación está en estrecha relación con la humedad relativa y la temperatura de almacenaje, factores que determinan el déficit de presión de vapor entre la fruta y el ambiente (CLAYPOOL,1975).

Desde que un fruto es cosechado y guardado hasta que se consume, hay una continua pérdida de peso, dada por pérdida de agua (KIKUTA Y ERICKSON, 1968).

DUCKWORTH, citado por CORFO-ENAFRI (1971) señala que la pérdida de agua depende también de la modificación de forma y estructura que presenten los frutos para reducir la tasa de evaporación.

Al respecto LIZANA (1977), afirma que un cuerpo, con mayor relación superficie/volúmen, pierde más agua, y por el contrario mientras mayor sea el radio, menor será la relación, y por lo tanto habrá menor pérdida de agua.

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

Una excesiva pérdida de peso por deshidratación, da como resultado una apariencia poco atractiva disminuyendo la calidad del producto CLAYPOOL, (1975) afirma que una pérdida de peso superior al 5% perjudicaría la calidad de la fruta.

2.5.2. Alteraciones durante el almacenamiento refrigerado.

Normalmente las frutas tropicales son muy sensibles al frío. Al exponer la fruta a temperaturas extremas algunas reacciones son aceleradas o retardadas, y la maduración se ve afectada debido a una baja en la producción de sustancias indispensables, o sobreproducción de sustancias tóxicas, dando origen a desórdenes fisiológicos (WILKINSON, 1970).

Según BERGER, AUDA y GONZALEZ (1982), las principales alteraciones fisiológicas que afectan la pulpa, son las siguientes:

a) Moteado pardo: Manchas de borde definidos, de color pardo oscuro o negro, ubicadas en el extremo distal del mesocarpo, pudiendo presentarse tanto aisladas como agrupadas.

b) Manchas grises: Forma relativamente circular, de márgenes medianamente definidos. Color entre gris pálido o negro. Ubicadas de preferencia en el extremo proximal del fruto.

c) **Pardeamiento:** Se manifiesta como una tonalidad gris difusa de la pulpa que comienza en la parte globosa del fruto, y avanza por la zona comprendida entre las fibras hacia el lugar de inserción del pedicelo. Frente a la exposición al aire se intensifica el color, sin avanzar más allá del área afectada inicialmente.

d) **Oscurecimiento de fibras:** Cambio de color de las fibras, de verde amarillento claro a pardo oscuro e incluso negro. Se presenta en la zona del fruto comprendida entre la base de la semilla y el extremo distal. Los daños causados por pudriciones, no tienen carácter determinante en la duración del almacenamiento refrigerado. Sin embargo, se encuentra como agente causal, afectando la zona pedicelar del fruto, el hongo Botritis sp..

MITCHELL y DINAMARCA (1988), señalan que cuando los frutos son almacenados por debajo de la temperatura recomendada puede manifestarse un daño por frío, el que será visible una vez que el producto alcanza una temperatura ambiente. Los síntomas de este desórden son:

- Manchas circulares pequeña
- Decoloración

- Areas acuosas
- Pudrición
- Incapacidad para madurar normalmente.

Por su parte RYALL y PENTZER (1974) afirman que los síntomas de daño por frío en paltas, varían desde un leve oscurecimiento de los tejidos vasculares hasta una completa decoloración de la pulpa y la piel, dependiendo de la duración y temperatura de exposición. En los casos más severos, la decoloración va acompañada de sabores y olores indeseables y de una maduración anormal.

2.6. Uso de emulsiones de cera:

El encerado de la fruta es una alternativa de manejo de postcosecha que aumenta las barreras físicas del fruto, retrasando la aparición de síntomas de marchitez, producto de la deshidratación (PLATENIUS, 1939).

El efecto más consistente y deseable que puede ser esperado con el encerado, es la reducción de la pérdida de peso de la fruta (SMOCK, 1940; HITZ y HAUT, 1942; PIENIAZEK y CHRISTOPHER, 1945). Una excesiva pérdida de peso desmejora la apariencia de la fruta, ya que el

encerado reduce la tasa de deshidratación, usualmente mejora la apariencia de la fruta (PLATENIUS,1939).

Pero además, DURAND et. al. (1982), señala que las aplicaciones de emulsiones de cera, retardan el ablandamiento y mejoran la apariencia en el CV. Fuerte.

Experiencias con cítricos indican que la aplicación de una cera artificial no produce sabores extraños, mientras que reduce la pérdida de humedad (BEN-YEHOSHUA, 1967).

Se ha brindado mucha atención a la atmósfera interna de fruta encerada en investigaciones sobre almacenaje de cítricos (BEN-YEHOSHUA, 1969; CLAYPOOL, 1983; EAKS y LUDI, 1960).

En general, el encerado aumenta la concentración de CO^2 y disminuye la de O^2, de la atmósfera interna durante el almacenaje. Sin embargo, el incremento de las concentraciones de CO^2 no pudieron ser correlacionadas con la disminución de la pérdida de humedad (BEN-YEHOSHUA, ROBERTSON y BIALE, 1983; CLAYPOOL, 1983)

ZAUBERMAN, FUCHS y YANKO (1981), encontraron que las paltas CV. Fuerte enceradas disminuyeron su respiración y la producción de etileno.

DURAND et. al. (1982) encontraron, para la variedad Fuerte, que el encerado causó un aumento inicial, pero probablemente insignificante del nivel de CO^2 interno de la fruta, dos días después de encerada. Las diferencias en los niveles de CO^2 entre fruta encerada y no encerada, disminuyeron con el tiempo.

La reducción en la respiración puede ser causada por una restricción en la difusión de O^2 dentro de la fruta por la aplicación de cera y el nivel natural más alto de CO^2.

La película depositada por las emulsiones de cera es más permeable al dióxido de carbono que al oxígeno; esto explica el hecho que el proceso de encerado ocasione una reducción en el consumo de oxígeno, mientras que la tasa de producción de dióxido de carbono permanece invariable. (PLATENIUS, 1939)

El mismo autor señala que es posible que una acumulación de dióxido de carbono se forme dentro del

tejido después del encerado. Un aumento en la concentración de este tipo tendría necesariamente como resultado un alza en la gradiente de concentración entre los dos lados de la película de cera lo que, a su vez, causaría un aumento correspondiente en la difusión de dióxido de carbono hacia afuera.

Al respecto BIALE, (1946) encontró que la reducción en la concentración de O^2 de la atmósfera externa afectó el peak climactérico perjudicialmente.

Lo mismo puede ocurrir cuando la difusión interna del O^2 atmosférico es obstruído por una capa de cera artificial en la fruta (DURAND et. al. 1982).

Los mismos autores encontraron que después de 14 días de almacenaje en frío, la fruta no encerada se ablandó un día antes, lo cual concuerda con lo obtenido por ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y. y YANKO U.(1981), en el sentido que el encerado retrasó el ablandamiento de las paltas, un día. Sin embargo, casi ninguna diferencia fue encontrada en la tasa de ablandamiento de fruta encerada y no encerada a 20°C, sin almacenaje refrigerado.

Por otra parte CLAYPOOL (1975) señala que el uso de la cera tiene limitaciones, debido al efecto restrictivo que ejerce sobre el intercambio de los gases respiratorios que puede dar como resultado cambios indeseables de color y sabores extraños.

Al respecto PLATENIUS (1939), atribuye el efecto perjudicial de la película de cera a una interferencia con el curso normal de la respiración.

En otro sentido, las ceras también son usadas para dar un buen aspecto y resaltar el color de la fruta (CLAYPOOL,1975)

Las ceras con un punto de fusión bajo, dan la mejor protección, pero no dan el brillo que dan las ceras de alto punto de fusión (CLAYPOOL, 1975).

Dependiendo del tipo de compuestos que la conforman, será necesario una mayor o menor temperatura para que se sequen las frutas.

La cera STAFRESH-300 es una emulsión de aceites vegetales en base acuosa para ser usada en frutos duros.

Al aplicar el recubrimiento, el vehículo (agua) se evapora, quedando los activos (aceites vegetales) depositados sobre la superficie de la fruta en forma de una película delgada y continua. Esto es lo que proporciona el mejor beneficio, puesto que esta película es delgada pero al mismo tiempo actúa como una membrana de equilibrio. Reduce la pérdida de agua y de gases en algunos casos, sin evitarlo completamente de modo de no asfixiar la fruta (SEARLE, 1989).

3. MATERIAL Y METODO

Con el fin de evaluar el efecto del encerado sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado y su posterior período de ablandamiento, se cosechó fruta del c.v. Edranol, desde el huerto de la Estación Experimental "La Palma" de la Universidad Católica de Valparaíso, Provincia de Quillota, V Región.

El ensayo pretendía evaluar, además, el efecto que tiene en los factores antes mencionados el estado de madurez que presenta la fruta al momento de la cosecha.

El criterio de determinación de madurez más aceptable es el contenido de aceite, ya que es el que da sabor a la fruta (ROSEMBERG y GARDIAZABAL, 1986).

Para determinar los estados de madurez con los que se realizaron las tres cosechas, se tomó como antecedente la investigación realizada por MARTINEZ, (1984) que para el cultivar Edranol indica que la fruta adquiere un calificativo de agradable con un mínimo de un 10% de aceite, y de extremadamente agradable con un máximo de 16%.

De acuerdo a esto, el rango de 10-16% se dividió en tres estados de madurez, y se usó la metodología descrita por el mismo autor para determinar el momento de cosecha, que se basa en el porcentaje de aceite determinado mediante una ecuación de regresión.

Para determinar el momento de cosecha, en cada nivel de madurez se realizaron mediciones periódicas del porcentaje de aceite de la fruta; cuando el promedio de las mediciones caía dentro del rango correspondiente, se procedió a cosechar el número de frutos requeridos para los tratamientos en cada nivel de madurez.

En el cuadro 1 se señala los rangos en los porcentajes de aceite usados como índice de madurez

Cuadro 1. Rangos de Aceite* considerados para determinar los distintos estados de madurez y momento de cosecha en paltas CV. Edranol.

Madurez	Rango aceite	Promedio	D.S.	Fecha Cosecha
I	10 - 12	10,86	2,83	29.09
II	12 - 14	13,22	2,03	05,11
III	14 - 16	15,97	1,92	29.12

* Expresado como % de aceite en base a peso fresco.

Cabe hacer notar en este punto que las tres cosechas no se realizaron simultáneamente. A medida que el porcentaje de aceite fue aumentando se cosechó consecutivamente Madurez I,II y III.

En cada estado de madurez se cosecharon 160 frutos, los cuales se limpiaron y se pesaron en una balanza eléctrica (Sartorius) de manera de caracterizar la muestra.

Luego se realizó el tratamiento de aplicación de cera mediante un aspersor manual. La cera que se ocupó fue Stafresh-300.

Posteriormente los frutos tratados y los testigos fueron embalados en cajas de madera, protegidos con viruta, las cuales se trataron con una solución de Captan, Benlate y Bayer 5072, para evitar el desarrollo de pudriciones y se llevaron el mismo día de la cosecha a las cámaras frigoríficas, ubicadas en la localidad de San Isidro y en la Facultad de Agronomía, en las cuales se mantuvo la fruta a una temperatura de 5-7 C°, con una humedad relativa del 90-95%.

El período de almacenaje refrigerado fue de 40 días, durante los cuales cada 10 se hicieron las evaluaciones correspondientes para cada estado de madurez mediante los parámetros que se detallan en el cuadro 2, los cuales fueron tomados y adaptados de la investigación realizada por VALDIVIESO (1987).

Estas evaluaciones en general miden el grado de madurez que va alcanzando la fruta durante el período de almacenaje refrigerado, es por esto que se realizaron tanto en la fruta encerada como en los testigos, a la salida de la cámara frigorífica y en cada fecha de muestreo.

CUADRO 2. Parámetros evaluados para determinar el efecto del encerado.

Físicos	Externos	Internos
-Resist.a la presión(Lb)	Ap. Externa	Desordenes fis.
-Pérdida de peso (Gr)	Color epider.	Color mesocarpo
	Pudriciones y/o daños	

La resistencia a la presión se midió con un presionómetro de vástago de 5/16", a ambos lados de la zona ecuatorial del fruto.

Para la variable pérdida de peso, los frutos fueron pesados, en cada fecha de muestreo, en una balanza y se trabajó los datos de diferencias de pesos con respecto al día Ø expresados en gramos y llevados a porcentaje de pérdida de peso.

Los demás parámetros fueron evaluados con el objetivo de tener un complemento para las mediciones anteriores. Es así como para las evaluaciones referente a color los rangos fueron obtenidos de la tabla de colores de Munsell. En el cuadro 3 se detallan los rangos de colores utilizados para evaluar el color de la epidermis, y en el cuadro 4 los rangos de colores usados para la evaluación del color del mesocarpo.

En lo referente a pudriciones y/o daños, éstos fueron descritos cualitativamente de acuerdo a presencia o ausencia de éstos.

CUADRO 3. Rangos de color utilizados para evaluar la evolución durante el almacenaje refrigerado de la epidermis de paltas CV. Edranol.

Colores Epidermis del fruto			
1.	7,5 GY	4/4	Verde normal
2.	2,5 GY	4/3	Verde claro
3.	2,5 GY	3/1	Verde oscuro normal

CUADRO 4. Rangos de color utilizados para evaluar la evolución del mesocarpo durante el almacenaje refrigerado, de paltas CV. Edranol.

Colores del Mesocarpo			
1.	2,5 GY	9/8	Verde amarillento brillante
2.	10,0 Y	9/9	Amarillento verdoso brillante
3.	7,5 Y	9/8C	Amarillo verdoso claro
4.	7,5 Y	9/8	Amarillo verdoso
5.	7,5 Y	9/8	Amarillo verdoso fuerte

Para la evaluación de los desórdenes fisiológicos, se consideró la siguiente escala de acuerdo a su intensidad:

0= Fruto sano

1= Daño incipiente

2= Daño leve

3= Daño moderado

4= Daño severo

5= Daño muy severo

Asimismo, para clasificar y evaluar la apariencia externa se utilizó la siguiente escala:

7= Excelente, óptima

6= Muy deseable, muy agradable

5= Deseable, agradable

4= Regular, medio, mediano

3= Indeseable, desagradable

2= Muy indeseable

1= Pésimo, deficiente

Con el objeto de determinar si el encerado afectaba las condiciones organolépticas de la fruta, se realizaron paneles de degustación en cada fecha de evaluación. Para esto se dejaron 4 frutos por tratamiento a temperatura

ambiente y posteriormente se calificó la apariencia externa, color de la pulpa, textura y sabor.

Para la evaluación de estos factores se utilizó la misma escala que se usó para clasificar la apariencia en los parámetros externos.

En cada panel, 10 jueces jerarquizaron su elección ponderando de 1 a 4 cada grupo de paltas, siendo 4 para el mejor y 1 para la de su menor agrado.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x4x2), aleatorizado a tres factores; estado de madurez, fecha de evaluación y aplicación de cera con 12 repeticiones por tratamiento.

CUADRO 5. Descripción de los factores.

Factor	N° de niveles	Descripción de los niveles
Estado de Madurez	3	1: Madurez 1 10-12% 2: Madurez 2 12-14% 3: Madurez 3 14-16%
Tiempo de Evaluación	4	1: 10 días 2: 20 días 3: 30 días 4: 40 días
Tratamiento	2	1: con cera 2: sin cera

Los datos fueron analizados como un diseño completamente aleatorizado con tres factores. En el análisis de varianza se analizó cada combinación de factores y luego se realizaron comparaciones múltiples mediante el test de Tuckey al 95% de confianza. En las

variables cualitativas se compararon los valores promedios de cada tratamiento de acuerdo a su correspondiente escala.

El análisis de los datos no paramétricos correspondiente a los paneles de degustación se hizo utilizando el test de Friedman para comparaciones múltiples, con un estadístico x2 al 95% de confianza.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Efecto del índice de madurez y del encerado sobre la resistencia a la Presión.

Para los tres índices de madurez la variable resistencia a la presión, medida en cada fecha de muestreo y a la salida de la cámara frigorífica, se mantuvo por sobre 27 lbs., rango máximo que podía ser evaluado con el equipo utilizado, cuando las paltas se mantuvieron 10 o 20 días en almacenaje refrigerado.

Lo anterior se explica por el hecho que las bajas temperaturas reducen o atrasan la actividad metabólica de las paltas, inhibiendo su maduración (ZAUBERMAN Y SHIFFMAN-NADEL, 1972).

Por lo anterior se pudo apreciar que por el solo hecho de almacenar las paltas a una temperatura de 5-7°C se retrasó el comienzo del ablandamiento por lo menos 20 días.

Sólo se observó una evolución significativa en este parámetro cuando las paltas se almacenaron por un período de 30-40 días, lo que concuerda con los resultados obtenidos por MOGGIA (1988), para el CV. Fuerte.

La situación anterior, es decir, el hecho que la fruta comience a perder presión de pulpa a partir de los 20 días en adelante, confirma lo planteado por FUCHS Y ZAUBERMAN (1987), en el sentido que el proceso de ablandamiento no se evitó en el almacenaje refrigerado, sino que sólo se atrasó.

Al analizar el parámetro resistencia a la presión en forma separada para cada estado de madurez, se puede apreciar en el cuadro 6 que para la fruta cosechada con 10-12% de aceite, a los 30 días de almacenaje refrigerado, se estableció una diferencia entre la fruta encerada y testigo.

Sin embargo, a los 40 días de almacenaje, la diferencia no se mantuvo y sólo alcanzó a 2,7 libras siendo ambos valores estadísticamente iguales.

Este resultado no concuerda con algunos estudios realizados, en el sentido que paltas enceradas y almacenadas en frío, mantienen por un período mayor de tiempo, una presión de pulpa superior que la fruta sin encerar (DURAND et. al., 1981)

CUADRO 6. Evolución de la resistencia a la presión en libras *, de paltas CV. Edranol para 30 y 40 días de almacenaje refrigerado a 5-7° C., cosechadas en tres niveles de madurez.

	MADUREZ I		MADUREZ II		MADUREZ III	
N°DIAS	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.
30	27,00 d	20,83 bc	23,76 d	21,66 bc	27,00 d	24,63 d
40	13,73 a	16,48 abc	24,48 d	14,51 ab	27,00 d	21,35 bc

* Los promedios seguidos de una misma letra, mo son diferentes, según el Test de Tukey al 0,05%

Los valores son promedios de 12 repeticiones.

Vale la pena señalar que las cubiertas más delgadas y el menor contenido de cera natural, propios de una fruta con menor desarrollo, podrían haber influenciado en que no se haya manifestado claramente una diferencia entre los tratamientos para el estado de Madurez I

Para la fruta cosechada con 12-14% de aceite, se detectó una diferencia en la presión de pulpa cuando el almacenaje se prolongó por más de 30 días; en este caso, la aplicación de cera retrasó el ablandamiento debido probablemente a que la película de cera depositada en los frutos ocasionó una disminución en la actividad metabólica.

Para la fruta de Madurez III (14-16% de aceite) los valores de resistencia a la presión de mantuvieron constantes a lo largo de todo el período de almacenaje para la fruta encerada. Por el contrario, la fruta testigo fue disminuyendo su presión de pulpa, siendo significativamente diferente a la fruta encerada, sólo cuando la fruta se almacenó por 40 días. Es decir, el comportamiento de la fruta cosechada con índice de madurez III, fue similar al de la fruta con madurez II

Lo anterior se puede explicar en base al hecho que el encerado aumenta la concentración de anhídrido carbónico y disminuye la de oxígeno en la atmósfera interna durante el almacenaje. La mayor concentración de CO^2, produciría un efecto inhibitorio del etileno, produciéndose un retardo del ablandamiento (BEN-YEHOSHUA,ROBERTSON Y BIALE, 1983; CLAYPOOL, 1983). Afirma lo anterior, lo señalado por ZAUBERMAN, FUCHS Y YANKO (1981), quienes encontraron que paltas enceradas disminuyeron su respiración y la producción de etileno en el CV. Fuerte.

Por otro lado, la firmeza final de la fruta a la salida del almacenaje refrigerado, fue suficientemente elevado como para permitir un adecuado período de comercialización, ya que debió permanecer 8 días para obtener su madurez de consumo.

Para la fruta encerada este período fue de 9 días; lo anterior apoya lo afirmado por DURAND et. al., (1982) y por ZAUBERMAN,G.; FUCHS, y YANKO U.(1981) quienes comprobaron que el encerado retrasó en 1 a 3 días el ablandamiento de la fruta, en condiciones de almacenaje a temperatura ambiente.

Al comparar los valores de la resistencia a la presión entre las tres cosechas para un almacenaje refrigrerado de 40 días, se notó un menor potencial de guarda para la fruta de cosecha más temprana.

Para los otros índices de madurez, los valores de resistencia a la presión fueron estadísticamente iguales y superiores al de madurez I, tal como se puede apreciar en la figura 1.

Este resultado coincide con los de BERGER, AUDA y GONZALEZ (1982), quienes almacenaron paltas Hass en refrigeración común y en atmósfera modificada. En ambos tratamientos los mayores cambios en la resistencia a la presión los experimentó la fruta de la primera cosecha.

Esto último no concuerda con CHANDLER (1962), quien señala que a medida que se atrasa la cosecha, se acelera la maduración. Sin embargo, el autor no especifica la temperatura de guarda, ya que lo señalado se cumple siempre y cuando la fruta sea almacenada a temperatura ambiente en el caso de paltas, ya que la condición fisiológica de la fruta preclimactérica, cuando aún no se ha cosechado, es muy similar para paltas con diferentes contenidos de aceite.

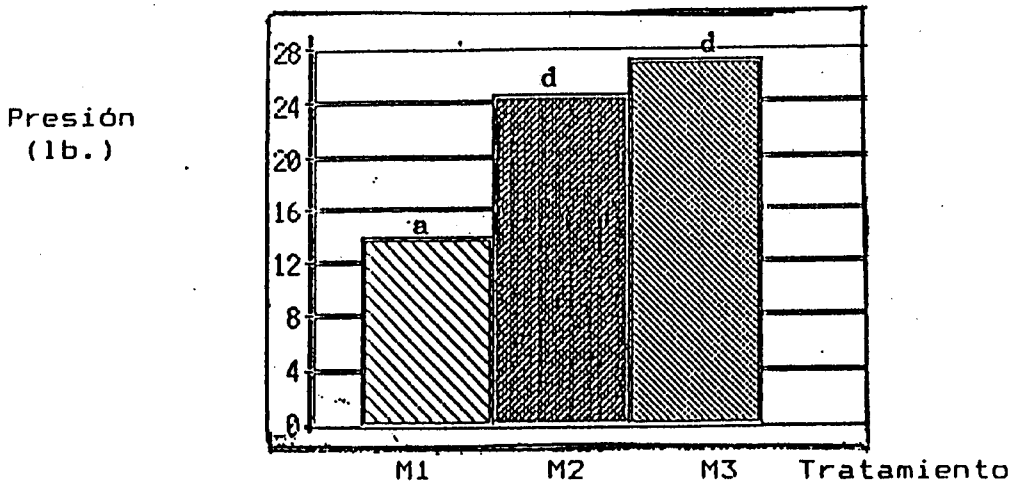

FIGURA 1: Efecto del índice de madurez sobre la resistencia la presión, en paltas enceradas, al cabo de 40 días de almacenaje refrigerado.

Este resultado podría atribuirse en base a la temperatura de guarda ya que las paltas son muy sensibles a las variaciones de temperatura y diferencias de 1°C pueden provocar diferentes respuestas en la fruta (BERGER, 1990)*

La fruta de la primera cosecha, presentó en mayor proporción síntomas de daño por frío, en las cuales se produce muerte de células, lo que generaría un aumento en la producción de etileno.

Esta hormona, como se sabe, es responsable de producir maduración en los frutos.

Por otro lado la proporción de agua en la fruta de la primera cosecha, es mayor, y esto estaría influyendo en que se desencadenara más rápido el proceso de ablandamiento.

* BERGER, H. 1990 Ing. Agr. Profesor U. de Chile.
- Comunicación personal.

4.2. Efecto del índice de madurez y del encerado sobre pérdida de peso.

Para los tres índices de madurez la fruta fue manifestando una deshidratación progresiva a medida que transcurría un mayor período de almacenaje refrigerado. Esto puede verse en la figura 2 en que se grafican los valores promedios de pérdida de peso para los tres índices de madurez.

Lo anterior estaría indicando que a medida que la fruta es almacenada hay una continua pérdida de peso, dada por pérdida de agua, tal como lo señalan KIKUTA Y ERICKSON (1968).

Al respecto MITCHEL Y DINAMARCA (1988), señalan que una vez cosechada la fruta, tiene una tendencia natural a la pérdida de agua, condicionada por la naturaleza de su piel y la permeabilidad al intercambio gaseoso.

En las figuras 3, 4 y 5 se puede apreciar el efecto del encerado y del número de días de almacenaje refrigerado, para cada uno de los niveles de madurez.

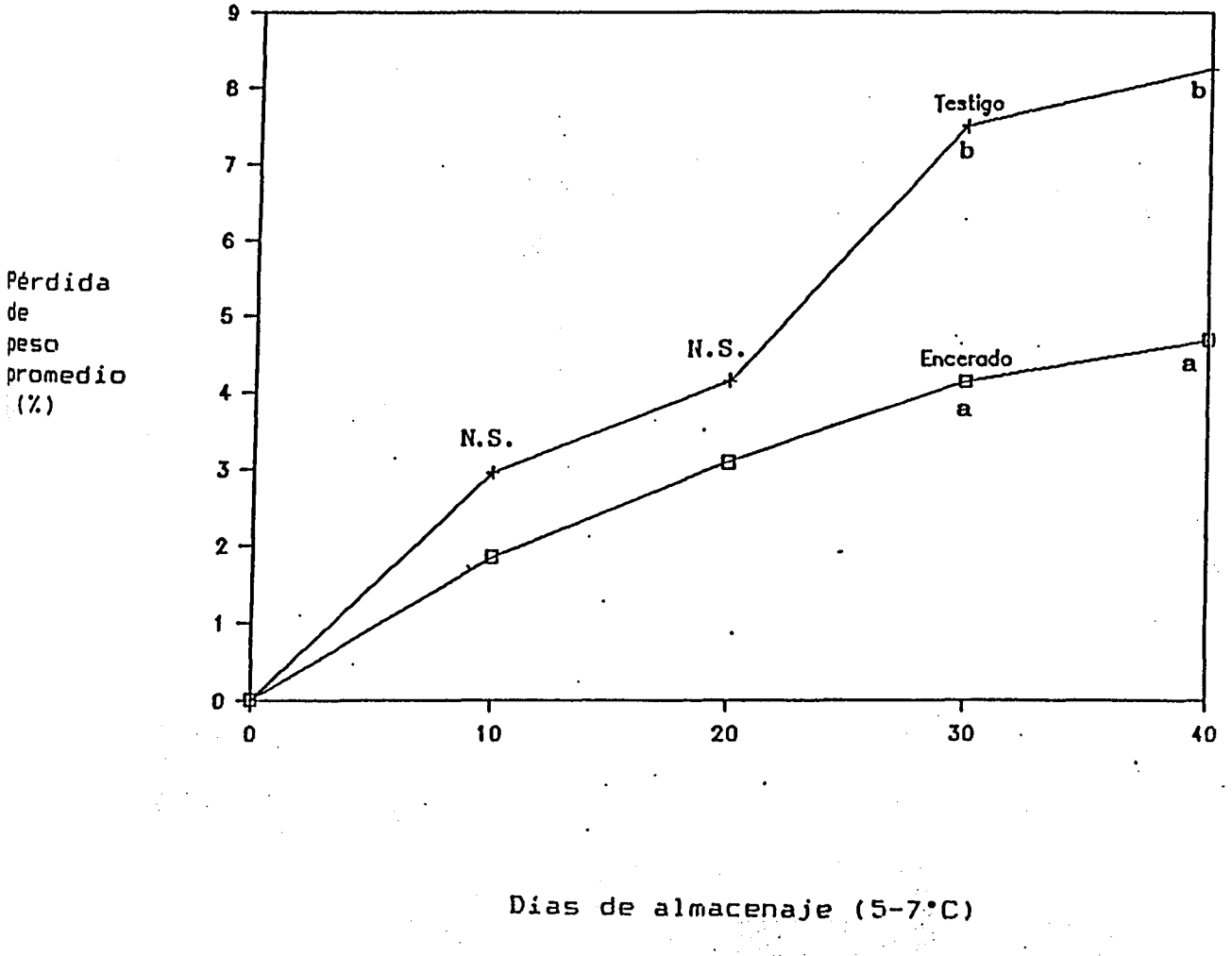

FIGURA 2 : Efecto del periodo de almacenaje refrigerado (5-7°C) sobre la perdida de peso para el promedio de los tres indices de madurez.

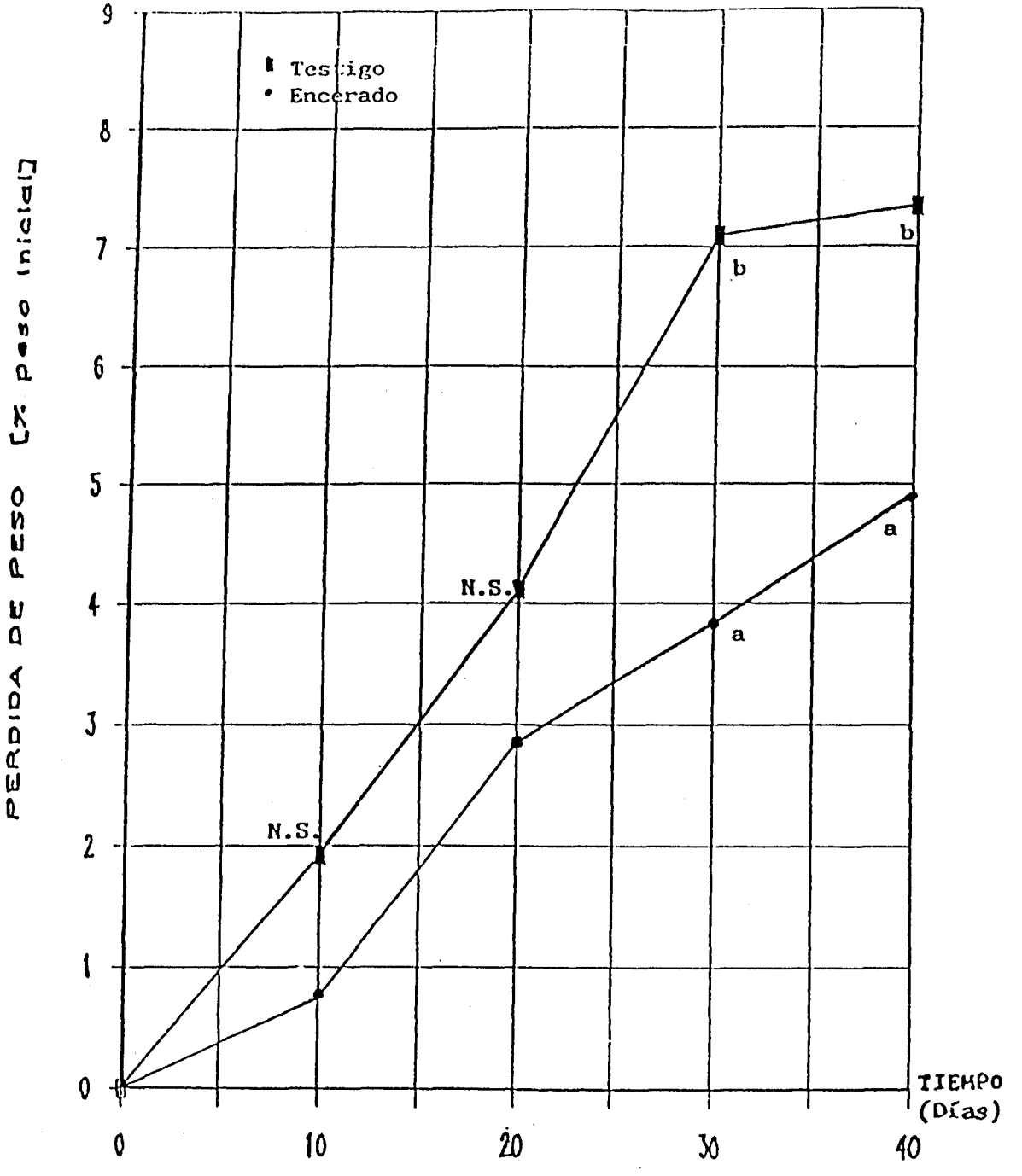

Figura 3. Porcentaje promedio de pérdida de peso, según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez I.
- Los valores son el promedio de 12 repeticiones.

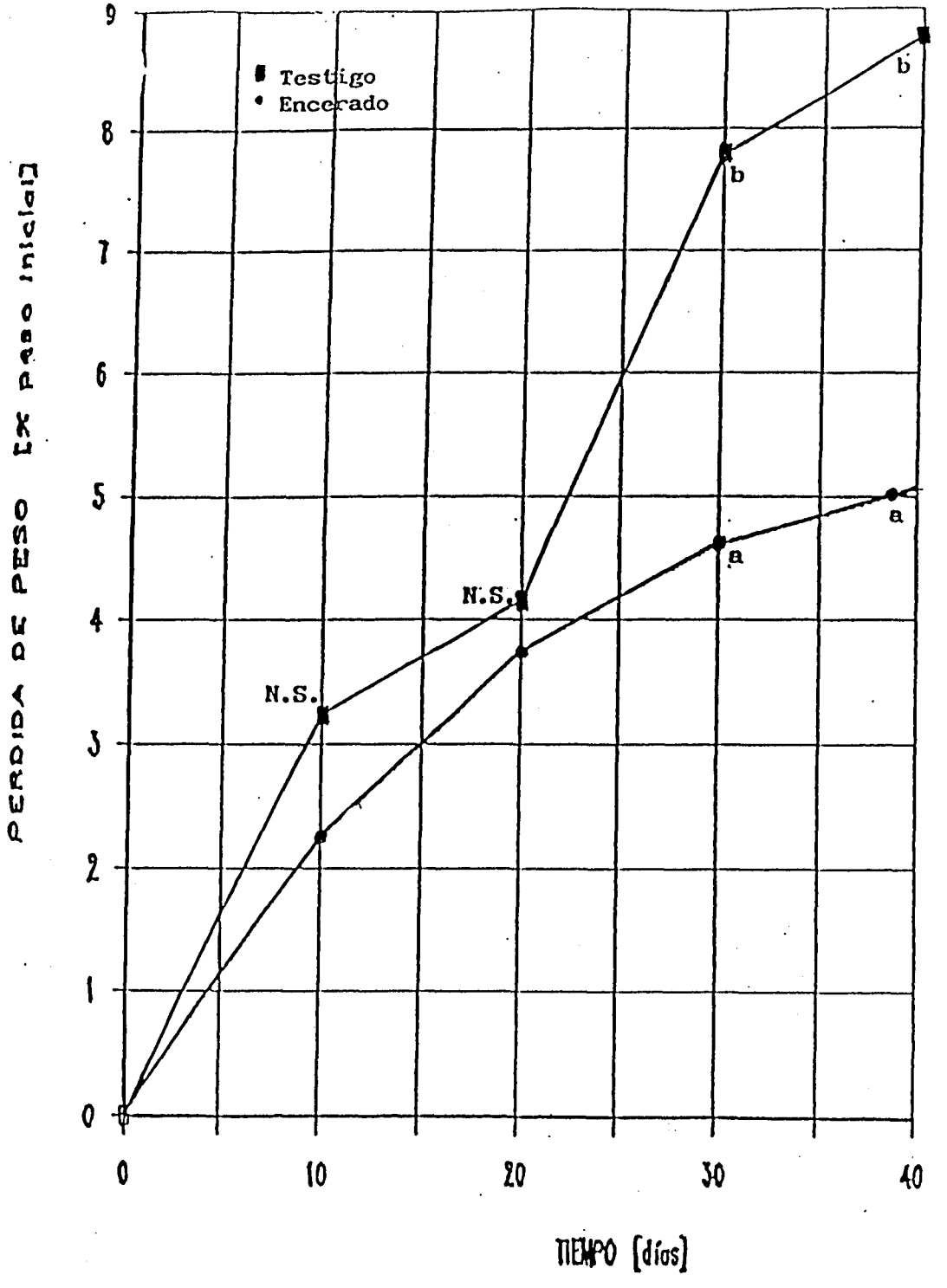

Figura 4. Porcentaje promedio de pérdida de peso, según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez II.
- Los valores son el promedio de 12 repeticiones.

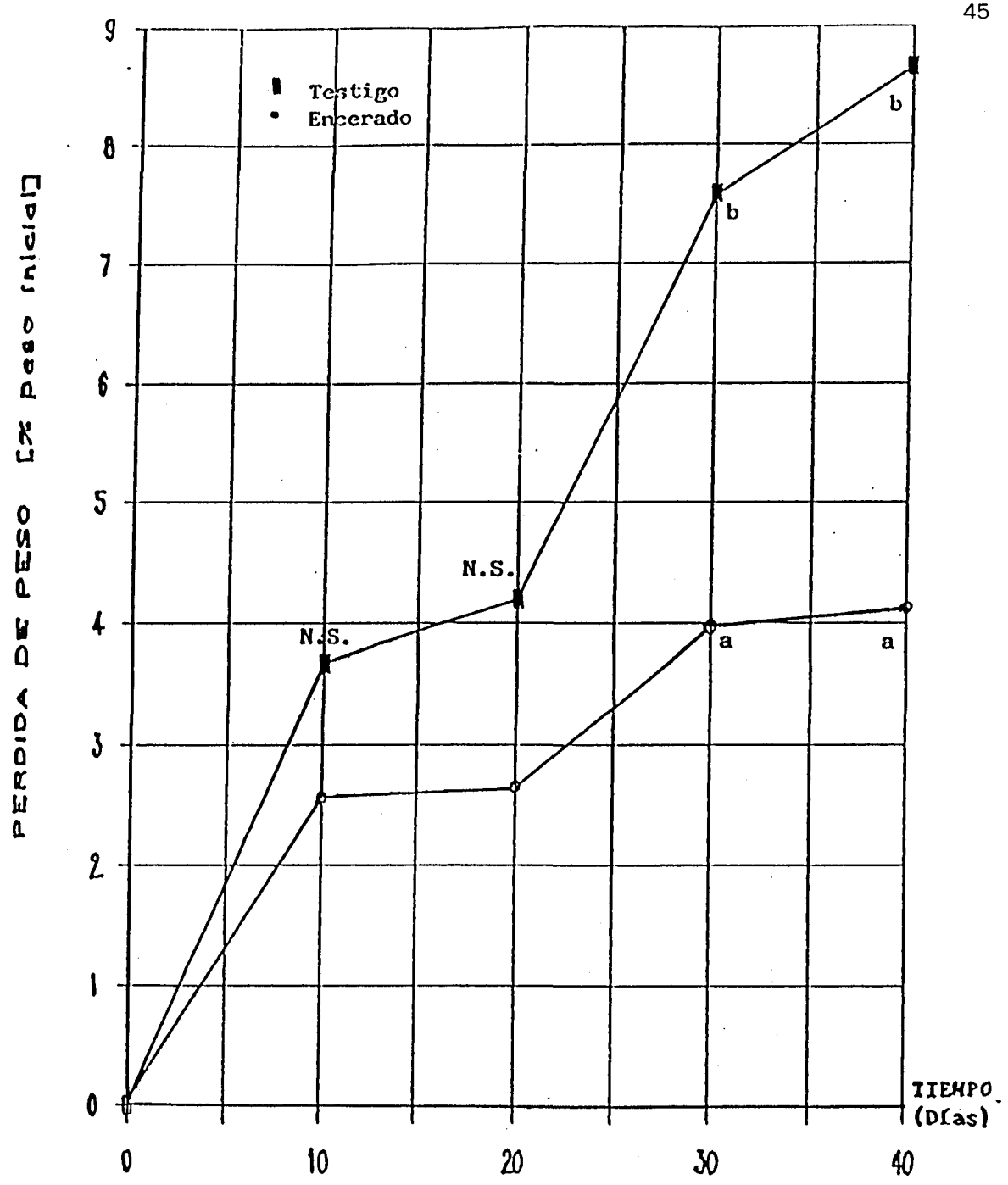

Figura 5. Porcentaje promedio de pérdida de peso, según número de días en almacenaje refrigerado para fruta con índice de madurez III.
- Los valores son el promedio de 12 repeticiones.

Independiente de lo anterior, si se considera un almacenaje refrigerado de 40 días, la pérdida de peso de la fruta encerada para cualquiera de los tres índices de madurez fue menor que los testigos, lo que coincide con los resultados obtenidos por DURAND et. al. (1982); PLATENIUS (1939); VALDIVIESO (1987) y ECHEVERRIA (1988).

Al finalizar el período de almacenaje refrigerado, la fruta testigo sufrió en promedio (de los tres estados de madurez), una pérdida de peso de un 8,30%, mientras que la fruta tratada con Sta-fresh, sólo llegó como promedio a un 4,70%, tal como se aprecia en la figura 6.

Esta diferencia hace resaltar el efecto del encerado sobre la pérdida de peso de la fruta, y es muy importante si se considera la diferencia de kilos vendibles, lo que implica una mayor eficiencia en el almacenaje refrigerado, al usar una cubierta de cera.

Al respecto MITCHEL Y DINAMARCA (1988) sostienen que la velocidad de pérdida de humedad puede ser disminuida modificando la cubierta natural del producto y creando así una película de equilibrio que actúe como una barrera física entre el fruto y el ambiente.

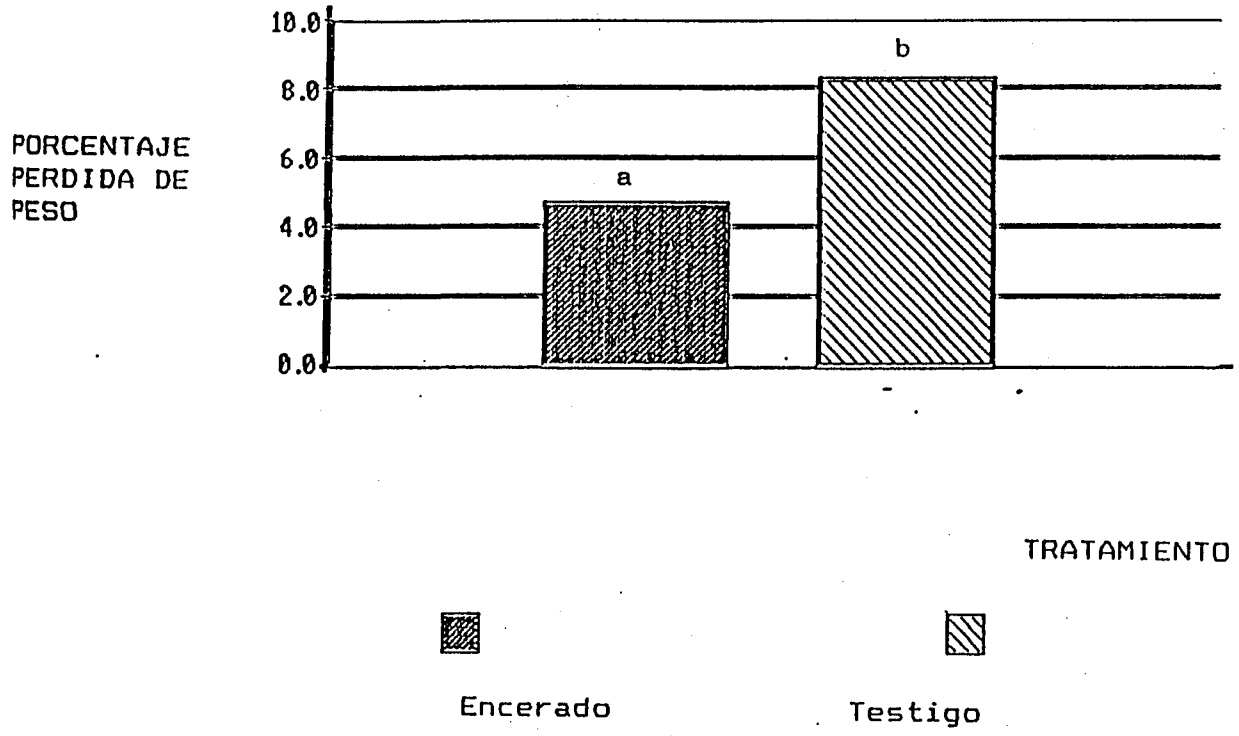

FIGURA 6. Efecto del encerado sobre la pérdida de peso promedio de los tres niveles de madurez, a los 40 días de almacenaje refrigerado.

Por otro lado, en el cuadro 7 se puede ver que la pérdida de peso de la fruta encerada fue igual entre los tres índices de madurez. Lo mismo sucedió para los frutos testigos. De esto se desprende que el índice de madurez no tuvo ninguna influencia sobre la pérdida de peso.

Cuadro 7. Efecto del índice de madurez sobre la pérdida porcentual de peso* de los frutos, luego de 40 días de almacenaje refrigerado.

	ENC.	TES.
M1	4,9 a	7,34 b
M2	5,05 a	8,77 b
M3	4,12 a	8,66 b

* Porcentaje calculado en base al peso fresco inicial de los frutos.

El hecho que fruta con diferentes índices de madurez tuviera una pérdida de peso igual, puede ser atribuído a que los rangos en que fueron fijados los porcentajes de aceite para determinar las tres cosechas, no fueron lo suficientemente amplios como para permitir que se

visualizara una diferencia en los porcentajes de pérdida de peso, ya que como señalan PEARSON y SWARTS (1975) la tasa de incremento del aceite es igual a la tasa de disminución del agua durante el desarrollo del fruto.

Es decir, la diferencia entre los % de aceite no fue tan amplia como para que el contenido hidrico cambiara sustancialmente entre una cosecha y otra , y asi tener diferencias en los porcentajes de pérdida de peso entre niveles de madurez, como podria haberse esperado.

ECHEVERRIA (1988) trabajando con paltas de la variedad Fuerte obtuvo resultados similares, en el sentido que fruta con diferente porcentaje de aceite tuvieron una pérdida de peso promedio similar entre diferentes niveles de madurez.

4.3. Evaluaciones en las variables cualitativas:

4.3.1. Evolución del color del mesocarpo:

El color del mesocarpo se mantuvo a lo largo de todo el periodo de almacenaje refrigerado sin experimentar grandes variaciones, para cualquiera de los tres índices de madurez.

Esto indicaría que la duración del período de almacenaje refrigerado, no influye en que se manifiesten cambios importantes en el color del mesocarpo, debido fundamentalmente a que las bajas temperaturas reducen la actividad metabólica, provocando una detención o retardo de las reacciones que provocan el cambio en el color.

También hay que destacar que el índice de madurez no tuvo ninguna influencia sobre el color del mesocarpo, tal como se puede apreciar en el cuadro 8, para un período de almacenaje refrigerado de 40 días, en que los valores son estadísticamente iguales para fruta con diferente índice de madurez.

En relación al efecto del encerado sobre el color del mesocarpo, no pudo establecerse una diferencia clara con respecto a los testigos, excepto en Madurez II en que se produce una diferencia significativa a los 40 días de almacenaje refrigerado, diferencia que a nuestro juicio no es lo suficientemente representativa como para concluir sobre un efecto del encerado, ya que los valores no determinaron una diferencia marcada en cuanto a desarrollo de madurez.

Cuadro 8. Efecto del encerado y del índice de madurez sobre el color del mesocarpo* a los 40 días de almacenaje refrigerado.

	ENCERADO	TESTIGO
M1	2,42 ab	2,58 ab
M2	1,92 a	3,50 b
M3	2,83 ab	2,02 a

* Los valores seguidos de na misma letra no son estadisticamente diferentes según test de Tuckey al 0,05%

1: Verde amarillento 5: Amarillento verdoso

4.3.2. Evolución del color de la epidermis:

El color de la epidermis no tuvo una evolución a lo largo del período de almacenaje refrigerado, ya que los valores en cada uno de los índices de madurez no fueron estadísticamente diferentes al analizar diferentes períodos. En relación a esto es interesante destacar que en el proceso de maduración no todos los parámetros se mueven a la misma velocidad.

Con respecto al efecto del encerado sobre el color de la epidermis, la única diferencia que se observó fue en Madurez I a los 10 y 30 días de almacenaje refrigerado en que la fruta testigo se mantuvo en el color original y la encerada tendió a oscurecerse levemente.

La explicación a ésto radica en el hecho que la cera Sta-fresh, por su escaso brillo, confiere a los frutos una coloración o tono más opaco, de ahí la diferencia encontrada en este grupo de paltas.

En general esta diferencia se aprecia a nivel de todo el ensayo pero no fue significativa en los demás tratamientos.

CUADRO 9. Evolución del color de la epidermis * durante el período de almacenaje refrigerado, para paltas CV. Edranol, cosechadas en tres niveles de madurez.

	MADUREZ I		MADUREZ II		MADUREZ III	
N°DIAS	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.
10	2,00 bcd	1,00 a	1,08 ab	1,42 abcd	1,25 abc	1,25 abc
20	1,58 abcd	1,00 a	1,67 abcd	1,00 a	1,67 abcd	1,42 abcd
30	2,30 d	1,00 a	2,50 a	2,33 d	2,42 a	1,75 abcd
40	2,00 bcd	1,67 abcd	1,42 abcd	1,33 abc	2,17 cd	1,67 abcd

Los valores seguidos de una misma letra, no son estadísticamente diferentes según Test de Tuckey al 0,05%.

1: Verde Normal 2: Verde más claro 3: Verde oscuro normal

Por otra parte se pudo determinar que el índice de madurez no influyó sobre el color de la epidermis ya que los valores fueron estadísticamente iguales para la fruta de las tres cosechas. Lo anterior se explica en base al hecho que la fruta no tuvo un cambio en el color de la epidermis desde la primera a la última cosecha.

4.3.3. Evolución de la apariencia externa:

El cuadro 10, muestra la evolución de la apariencia externa después de distintos períodos de almacenamiento refrigerado, para los 3 índices de madurez. Los valores son el promedio de 12 repeticiones y fueron tomadas de una escala en que 1; es pésimo y 7; es excelente, de manera que mientras más alto el valor, mejor era la condición externa de la fruta.

Primero se analiza lo sucedido con el estado de Madurez I, donde en general se obtuvieron las peores calificaciones para fruta. Esta situación se observó tanto en el tratamiento encerado como en los testigos.

CUADRO 10. Evolución de la apariencia externa * durante el período de almacenaje refrigerado, para paltas CV. Edranol, cosechadas en tres niveles de madurez.

	MADUREZ I		MADUREZ II		MADUREZ III	
N°DIAS	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.
10	6,25 ef	7,00 f	7,00 f	7,00 f	6,83 ef	6,75 ef
20	2,67 a	2,08 a	6,83 ef	6,50 ef	6,58 ef	6,42 ef
30	6,33 ef	6,17 ef	6,00 cdef	6,00 cdef	6,08 def	4,67 b
40	4,92 bcd	5,67 cde	6,50 ef	4,83 bc	6,25 ef	4,92 bcd

* Los valores seguidos de una misma letra, no son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 0,05%.

1: Pésimo, deficiente. 7: Excelente, óptima.

Lo anterior encuentra justificación en base al hecho que en este grupo de paltas se oscureció bastante la zona adyacente a algunas lenticelas de la epidermis. Esto provocó un aspecto poco atractivo en la apariencia externa de estos frutos.

De acuerdo con los registros, el promedio de temperatura a la cual se almacenó esta fruta fue menor que en Madurez II y III, aun cuando el valor se mantuvo dentro del rango considerado.

Al respecto algunos autores como SWARTS (1979), señalan que diferencias de 1°C en temperaturas de almacenaje, serían causantes de diferentes porcentajes de daño por frío, expresado bajo el mismo síntoma (zonas negras en la epidermis).

Sin embargo, en ninguna de las demás mediciones se observó esta alteración, en forma tan marcada, posiblemente porque la distribución espacial de las cajas con los diferentes tratamientos, minimizó el efecto de una menor temperatura.

GRANTLEY y SCOTT (1980), aseguran que la temperatura crítica de ocurrencia del daño por frío varía con la madurez de la fruta y la época de cosecha. Así, VORSTER, L.C. TOERIEN y J.J. BENZUIDENHOUT (1987), comprobaron que, paltas con un contenido de aceite del 14% eran considerablemente más sensibles al frío que aquellas con un porcentaje mayor al 20% de aceite. Esto también explicaría el hecho que en Madurez II y Madurez III la apariencia externa haya sido mejor calificada que en Madurez I como se puede ver en el cuadro 11.

Con respecto al efecto del índice de madurez, se puede apreciar que se notó un mejor potencial de guarda para fruta de índice II y III. En estos tratamientos se notó también un buen efecto del encerado siendo mejor calificada la fruta tratada con una emulsión de cera. Este resultado podría atribuirse a la menor deshidratación experimentada por esta fruta, lo que sin duda afectó la apariencia externa de la fruta testigo.

De lo anterior se desprende que fruta cosechada con menor porcentaje de aceite tiene mayor suceptibilidad a los daños por frío. Resultados similares obtuvo MOGGIA (1988), trabajando con dos niveles de madurez en el cultivar Fuerte.

Cuadro 11. Efecto del encerado y del índice de madurez sobre la apariencia externa* de paltas CV. Edranol, almacenadas por 40 días a 5-7°C.

	ENCERADO	TESTIGO
M I	4,9 bcd	5,7 cde
M II	6,5 ef	4,83 bc
M III	6,3 ef	4,92 bcd

* Los valores seguidos de una misma letra, son estadísticamente iguales, según el test de Tuckey al 0,05%.

4.3.4. Evolución de los desórdenes fisiológicos.

Antes que nada es necesario destacar la baja incidencia de alteraciones fisiológicas que se presentaron durante el desarrollo de este ensayo, lo que no concuerda con BERGER, AUDA Y GONZALEZ (1982), quienes señalan que el desarrollo de alteraciones fisiológicas es el principal problema que limita el almacenaje de paltas.

En el cuadro 12 se puede ver el efecto del encerado y del índice de madurez sobre los desórdenes fisiológicos a los 40 días de almacenaje refrigerado.

Los valores están insertos dentro de una escala en que 0, es un fruto sano y 5, es un fruto con daño muy severo.

Se puede apreciar que la peor calificación obtenida en Madurez I a los 40 días de almacenaje, no superó el valor 2 (Daño leve).

En los demás tratamientos encerados de Madurez II y III el desarrollo de alteraciones fisiológicas fue nulo, en contraste con los frutos testigos que a pesar de la escasa magnitud de los problemas fisiológicos presentados, las diferencias fueron significativas.

CUADRO 12. Evolución en la aparición de desórdenes fisiológicos * de paltas CV. Edranol, durante el almacenaje refrigerado, en tres niveles de madurez.

	MADUREZ I		MADUREZ II		MADUREZ III	
N°DIAS	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.	ENC.	TEST.
10	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,25 a	0,00 a	0,00 a
20	0,17 a	0,25 a	0,08 a	0,25 a	0,08 a	0,17 a
30	0,92 b	0,25 a	0,00 a	0,08 a	0,00 a	0,08 a
40	1,75 b	0,92 b	0,00 a	1,00 b	0,00 a	0,75 b

* Los valores seguidos de una misma letra, no son estadísticamente diferentes según el Test de Tukey al 0,05%.

0: Fruto Sano

5: Fruto con daño muy severo.

Los principales desórdenes fisiológicos que se presentaron fueron indistintamente pardeamiento interno y oscurecimiento de fibras; éste último consistió en el cambio de color de las fibras, de verde amarillento claro a un pardo oscuro e incluso negro. Este daño se presentó primero en el extremo distal del fruto, tal como lo describe PERALTA, (1977).

El pardeamiento interno se manifestó con una tonalidad gris difusa de la pulpa alrededor de la semilla. En casos más avanzados, el daño abarca el tejido de la cavidad de la semilla. Esta tonalidad se intensificaba frente a la exposición al aire, sin avanzar más allá del área afectada inicialmente.

Estas alteraciones son producto de reacciones de pardeamiento, en las que están involucradas algunas enzimas como la Polyfenol oxidasa. (VAN LELYVELD, L.J., G. CHISTOPHER y R. DIXON, (1983).

4.3.5. Pudriciones y/o daños.

En lo referente a pudriciones es importante destacar que éstas no tuvieron ninguna incidencia durante el desarrollo de la presente investigación.

BERGER, AUDA Y GONZALEZ (1982), trabajando en almacenaje refrigerado de paltas Hass y Fuerte, concluyeron que el desarrollo de pudriciones no tiene un carácter determinante en la duración del período de almacenaje refrigerado.

Los daños registrados en la fruta están descritos detalladamente como desórdenes fisiológicos, y dentro de éstos, aparecieron pequeñas necrosis alrededor de las lenticelas indistintamente en frutos tratados y testigos. Algunos de estos frutos presentaron también oscurecimiento de fibras en el mesocarpo.

4.4. Evaluación Sensorial

Después de alcanzado el ablandamiento de consumo, los frutos fueron presentados a los jueces con el fin de establecer diferencias en lo que se refiere a apariencia externa, deshidratación aparente, color del mesocarpo, textura y sabor. Cada juez hizo una jerarquización de su elección ponderando de 1 a 4 cada grupo de paltas, siendo 4 para el mejor y 1 para la de su menor agrado, de modo que toda la información se resumió en una ponderación de 1 a 4.

Para realizar el análisis estadístico de los paneles de degustación fue necesario separar por estados de madurez, debido a que los jueces no fueron siempre los mismos, entre los diferentes estados de madurez.

Para la fruta de la primera cosecha, se detectaron diferencias puntuales en la elección de los jueces, en que se rechazaron paltas que presentaban síntomas de daño por frío, indistintamente para fruta encerada y testigo.

Este resultado se debió a que la fruta con 10 días de almacenaje refrigerado, y en especial la fruta encerada presentó en forma casi generalizada el problema de daño por frío, en contraste con los frutos testigos que se notaban más brillantes y sanos.

En las otras evaluaciones de esta primera cosecha, la clasificación de los jueces apoyó lo afirmado por PLATENIUS (1939), en el sentido de que durante las pruebas de degustación de vegetales encerados no se revelaron presencia de sabores indeseables. En este sentido la fruta natural (testigos) no tuvo diferencias en sabor, textura, color, etc. con la fruta tratada con cera.

En el estado de Madurez II, los jueces no detectaron diferencias cuando las paltas fueron almacenadas por 10, 20, 0 40 días, sin embargo, a los 30 días de almacenaje refrigerado se prefirió las paltas enceradas debido principalmente a que su apariencia externa fue mejor que la fruta testigo, ya que ésta mostraba visibles signos de una violenta deshidratación, producida una vez que la fruta fue sacada del frío; la fruta encerada en cambio, mantuvo una apariencia externa deseable.

Por último en el tercer índice de cosecha, el comportamiento en la elección de los jueces fue muy parecido al anterior, sólo que en este caso a los 40 días de almacenaje refrigerado se prefirió la fruta encerada a la testigo, por la misma razón que en el caso anterior.

Con respecto a esto es necesario destacar que en general, los frutos no encerados fueron menos preferidos por los jueces, sobre todo cuando la fruta se mantuvo por 30 o 40 días en cámara, lo que coincide con lo señalado por LUNT, SMITH Y DARVAS (1981), respecto a que la apariencia externa siempre es mejor en frutos encerados.

5. CONCLUSIONES

- A medida que aumenta el período de almacenaje refrigerado, hay una continua pérdida de peso en paltas C.V. Edranol. El uso de cera como cubierta reduce la deshidratación de los frutos, después de 20 días de almacenaje refrigerado, lo que repercute en una mejor apariencia externa.

- El índice de madurez expresado en términos de contenido de aceite, no tiene influencia sobre la pérdida de peso en paltas C.V. Edranol.

- La evolución de la madurez, en términos de ablandamiento de pulpa, no tiene variaciones cuando la fruta se mantiene hasta por 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 pulpa es menos que en los testigos, para estados más avanzados de madurez. Esta diferencia se apreció sólo en almacenajes prolongados (40 días).

- Fruta de cosecha más tardía presenta un mejor potencial de guarda, en términos de ablandamiento.

- En almacenaje a temperatura ambiente, el encerado retrasa en a lo menos 1 día el ablandamiento de consumo.

- El índice de madurez no determina cambios importantes en el color del mesocarpo ni de la epidermis, durante el almacenaje refrigerado.

- La apariencia externa de la fruta está determinada por la influencia que tenga el daño por frío durante el almacenaje refrigerado. Por otro lado, los desórdenes fisiológicos no tienen gran incidencia en el almacenaje de paltas C.V Edranol.

- Las pruebas de degustación revelan una mayor preferencia hacia la fruta tratada con una película de cera, cuando los testigos presentan una alta deshidratación.

6. RESUMEN

Considerando el aumento de superficie plantada que ha tenido esta especie durante los últimos años, y que la producción nacional sobrepasaría la capacidad de consumo del mercado interno, se han buscado alternativas de exportación de esta fruta a Europa, Argentina y Estados Unidos principalmente.

La conservación de paltas es una práctica necesaria cuando se pretende extender la distribución del producto hacia mercados lejanos.

El objetivo del presente trabajo experimental, consistió en : determinar si las aplicaciones de ceras permiten disminuir la tasa respiratoria, pensando en prolongar la vida de post-cosecha de paltas Edranol, y qué influencia tendría el índice de cosecha sobre el resultado final.

Se cosecharon frutas con 10-12%; 12-14% y por último con 14-16% de aceite. A cada grupo se le aplicó el tratamiento de encerado dejando los correspondientes testigos sin tratar en cada nivel de madurez.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial.

La evaluación del ensayo se realizó a través de la medición de la resistencia a la presión, la pérdidad de peso y en la evolución de algunas variables cualitativas como; color de la epidermis, color del mesocarpo, desórdenes fisiológicos, etc. Además, se realizaron paneles de degustación para detectar presencia de sabores extraños que pudieran haber sido provocados por el encerado.

El efecto más consistente del encerado, fue la reduccción en la pérdida de peso de la fruta, especialmente en períodos prolongados. Con respecto al efecto del índice de madurez, no se notó diferencia en la pérdida de peso cuando la fruta se cosechó con diferentes porcentajes de aceite entre 10 - 16%.

En cuanto a la resistencia a la presión se notó un mejor potencial de conservación para fruta de cosecha más tardía. El encerado sólo provocó diferencias en períodos relativamente largos de almacenaje.

En relación a los resultados obtenidos en las evaluaciones de las variables cualitativas, se puede decir que estas no fueron lo suficientemente definitivas como para concluir cual es el mejor índice de cosecha en que se puede aplicar el tratamiento encerado.

La apariencia externa de la fruta se vió influenciada por la aparición de daños por frío, consecuencia de una baja temperatura de almacenaje.

7. LITERATURA CITADA

BEAN, R.C. 1956. Biochemical reaction of avocado in relation to standard of maturity. California Avocado Society Year Book. 40:148-151.

BEN YEHOSHUA, S. 1967. Some physiological effects of various skin coating orange fruit. Israel J. Res. 17(1):17-27.

_____ 1969. Gas exchange, transpiration and commercial deterioraring storage of orange fruit. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 94(1):524-528.

BEN YEHOSHUA, S.; ROBERTSON, R.N.; Y BIALE, J.B. 1983. Respiration and internal atmosphere of avocado fruit. Plant phisiol. 38: 194-201.

BERGER, H.; AUDA, C. Y GONZALEZ, E. 1982. Almacenamiento de paltas (Persea americana mill) C.V. Fuerte y Hass en atmósfera modificada y refrigeración común. Revista Simiente. 52 (1-2) 55-60.

BIALE, J.B. 1946. Effect of oxigen concentration on espiration of fuerte avocado fruit. Amer. J. Bot. 33:363-373

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

_____ 1971. The avocado pear in: Hulme, A.C. The biochemestry of fruit and their products. London and N.Y. Acad. Press V(2): pp.1-63.

BURG, S.P. 1962. The physiology of ethylene formation. Annv. Rev. Plant. Physology. 13:265-302

CAMPBELL, C.W. Y HATTON, T.T. Jr. 1960. Chilling injury in pollock avocadoes during cold storage. Proceeding of the Florida State Horticultural Society. 72,337-8

CAMPBELL, C.V.; MALO, S. 1978. Review of methods for measuring avocado madurity in Florida. Proceeding tropical region american society horticulture science. 22: 58-64

CIREN CORFO 1985/86. Catastro Frutícola Nacional. Stgo, Corporación de Fomento de la Producción.

CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja perenne. Unión tipográfica. Edit. Hispano Americana. México. 666 p.

CLAYPOOL. L. 1975. Aspectos físicos del deterioro. Publicaciones misceláneas Agrícolas Fac. de Agronomía Universidad de Chile. (9):29-36

_____ 1983. Internal gas in fruits as infkuenced by external treatments. I. Carbon dioxide. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36:374-378.

CORFO-ENAFRI. 1971. Grado de madurez, tamaño y aditivos en el almacenaje de limones. Santiago, Corfo-Enafri. 106 p.

CORFO-ENAFRI, 1971. Grado de madurez, tamaño y aditivos en el almacenaje de limones. Santiago, Chile (Publicación técnica N° 2.)

CORFO-ENAFRI, 1973. Indice de madurez de frutas. Antecedentes recopilados de investigaciones Nacionales y Extranjeras. Santiago, CORFO ENAFRI (Publicación técnica N° 5.)

CUMMING, K.; SCHROEDER, C.A. 1942. Anatomy of avocado fruit. California Avocado Society Year Book. 26:56-64.

DOLENDO, A.L., B. LUTH, y H. PRATT. 1966. Relation of pectic and fatty acid changes to respiration rate during ripening of avocado fruits. Jour. Food. Sci. 31:332-336.

DURAND, B.; ORCAN, L.; YANKO, U.; ZAUBERMAN, G. Y FUCHS, Y. 1982. Effects of waxing on moisture loss and ripening of fuerte avocado fruit. Hortscience. 19(3):421-422

DUCKWORTH, R.B. Frutas y Verduras. Zaragosa, Edit. Acribia, 1968.

EAKS, I.L. Y LUDI, W.A. 1960. Effects of temperature, washing and waxing on the composition of the internal atmosphere of orange fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76:220-228.

ECHEVERRIA, R.A., 1988. Efecto del uso de cera y una película plástica sobre comportamiento en almacenaje refrigerado de frutos de palta (Persea American Mill.) CV. Fuerte cosechado en dos estados de madurez. Quillota UCV.

FUCHS y ZAUBERMAN, 1987. Physiological aspects of delayed marketing of avocado fruit. S. Afr. Avocado Growers'Assoc. Yrb. Vol. 10.

GRANTLEY, y K.J. SCOTT. 1980. Association in calcium in chilling injury susceptibility of stored avocados. Hort Science 15 (4): 514-515

HATTON y CAMPBELL, 1957. Relation of maturity to certain chemical and physical characters in Florida avocados. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 70:338-340.

_____ , T.T.; REEDER, W.F. 1965. Naturity of minor varieties of Florida avocados. Precedings of Florida state. Hort. Soc. 72:349-353.

HITZ, C.W. Y HAUT, I.C. 1942. Effects of waxing and pre-storage treatment upon prolonging the edible and storage qualities of apples. Md. Bul. Nia. 14 (Technical).

HODGKINS, G.B. 1939. Avocados Standerization. California Avocado Soc. Year book. 23:141-146.

IBAR, L. 1979. Cultivo del Aguacate, chirimoyo, mango y papayo. Barcelona, España, Editorial Aedos, pp. 9-39. 116-117.

JACOBS, C.I. 1974. Storage problems with Avocadoes, Citrus and Subtropical Fruits Journal. (485):16-21.

KRAMER, A.J. 1973. An analytical and integrative approchoad to sensory evaluation of foods. J. Sci. Food Agr. 24: 1407-1418

KIKUTA, Y. y L.C. ERICKSON. 1968. Seasonal changes of avocado lipids during development and storage. California avocado Society Yearbook. 51:102-108

KOSIYACHINDA, S. Y YOUNG, R.E. 1976. Chilling sensitivity of avocado fruit at differente stage of respiratory climacteric. Journal of the American Society for Horticultural Science. 101(6), 665-667.

LEE,S. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. California avocado society year book. 101-109.

_____ , R.E. YOUNG, P.M. SCHIFFMAND y C.W. COGGINS. 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(3): 390 - 394.

LEWIS, C.E. 1978. The maturity of avocados. A general review. Journal food. Sci. 39:857-866

LINDE, J.E. Y KENNARD, W.C. 1948. Preliminary study of the effects of waxing on weight loss and keeping quality of apples. J. American Society for Horticultural Science. 52: 98-115.

LIZANA, A. 1977 Segundo simposio sobre manejo, calidad y fisiología de postcosecha de frutas. Universidad de Chile, Santiago, Publicaciones misceláneas agrícolas N° 12, 188 p.

LUNT, R.; SMITH, H. y DARVAS, M. 1981. A comparision beteween waxing and cellophane wrapping of Avocados for export. Yearbook S. African Avocado Grow. 4:47-62

LUTZ, J.M. Y HANDERBURG, R.E. 1968. The comercial storage of fruits, vegetables and nursery stocks. U.S. Departament of Agriculture handbook. N¦66

MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, de humedad, tamaño y palatibilidad, en frutos de palto (Persea Americana Mill) CV. Negra de La Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol Y Hass. Tésis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.

MAZLIAK, 1965. Les lipids de l'avocat composition en acidez gras des diverses parts du fruit. Fruit 20: 49-58

_____ P. 1971. Constitucion lipidique de l'avocat Fruit. 26:615-623.

MITCHELL G., y DINAMARCA A., 1988 Almacenamiento de productos hortofruticolas frescos. IN Curso de Tecnologia de postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Fundación Chile, 9: 01-10. Vol. 1.

MOGGIA, C.E., 1988. Efecto del permanganato de potasio como absorbente de etileno (Ethysorb) sobre la evolución en madurez de frutos de palto (Persea American Mill) cultivar Fuerte, en almacenaje refrigerado. Tésis Ing. Agr. Quillota Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.

ODEPA, 1987. Boletín de comercio exterior del sector silvoagropecuario. Santiago, ODEPA, Vol. 12.

OVERHOLSER, E.L. 1925. Cold storage behaviour of avocadoes. California Avocado Association annual report. 1924-25, 32-40.

PEARSON, D. y L. SWARTS. 1975. Seasonal english market narrations in the composition of Southafrican and Israeli avocados. Jour. Food. Sci. 26: 207 - 213.

PERALTA, L. 1977. "Ensayos Preliminares en el Almacenaje de Palta Fuerte (Persea American Mill)" Tésis Ing. Agr. Santiago, U.CH., Facultad de Agronomía.

PIENIAZEK, S.A.; CHRISTOPHER, E.P. 1945. Relation of the time factor to the influence of concentration of wax emulsion of the reduction of the rate of transpiration of apples. Proc. Amer. Soc. Hort.Sci. 46:119-122.

PLATENIUS, H. 1939. Wax emulsions for vegetables. Cornell Univ. Agrc. Exp. Station Bulletin 723, 43p.

PROCHILE 1980. Estudio de mercado de exportación de frutas y hortalizas frescas chilenas. Publicaciones misceláneas.

RYALL, A.L. y W.T. PENTZER. 1974. Handling, trasportation and storage of fruits and vegetables: Fruits and Tree Nuts. Westport, Conn, AVI Vol. 2

ROJAS, C. 1985 Efecto de la época de cosecha sobre dos formas de presentación del congelado de pulpa de cinco variedades de palta. Tésis Ing. Agr. Quillota, UCV, Facultad de Agronomía.

ROSENBERG, G. y F. GARDIAZABAL. 1986 El cultivo del palto. Quillota Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201 p.

SERPLAC V REGION 1984. Estudio de mercado de exportación de paltas. Publicaciones misceláneas.

SEARLE C., 1989 Seminario Técnico Recubrimiento para frutas y vegetales, Santiago, Div. Agrícola Química Johnson. 101 pp.

SPALDING, D.H. Y REEDER, W.F. 1975. Low oxigen high-carbon dioxide controlled atmospher storage for control chilling injury of avocado. Phytopathology 65(4): 458-460.

SMOCK, R.M. 1940. Some aditional effects of waxing apples. Prc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:448-452.

SWARTS, D.H. 1979. Cold injury in avocados South Africa Avocado Growers' Assoc. Yrb. 4, 42-46

THOMPSON, Y. 1982 Sistemas de Almacenaje. In. Curso intensivo de postcosecha de frutas. Parte II. Santiago, Fundación Chile. pp 188 -196

TROUT, S.A.; HALL, E.G.; ROBERTSON, R.N.; HACKNEY, F.M.V.; Y SYKES, S.M. 1942. Studies in the metabolism of apples. I. Preliminary investigations on internal gas composition and its relation to changes in stored granny smith apples. Austral J. Expt. Biol. Med. Sci. 20:219-231.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, DPTO. DE ECONOMIA AGRARIA Y COMITE DE PRODUCTORES DE FRUTA. 1986. Panorama Económico de la fruticultura.

VALDIVIESO, J.V., 1987. Efecto del encerado y ácido giberélico sobre el comportamiento en almacenaje refrigerado de paltas con distintos grados de madurez CV. Edranol y Hass. Tésis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. 102 pp.

VAZQUEZ, J. 1975. Comportamiento durante el almacenamiento en frío de algunas variedades de aguacate en Guatemala. American Soc. Hort. Sci. Proc. of the tropical reg. V.19: 57-68

VAN LELYVELD, L.J., G. CHISTOPHER y R. DIXON, 1983. Enzyme activities and Polyphenoes related to mesocarp disclouration of avocado fruit. Phytochemestry, Vol. 23 (8): 1531-1534

VORSTER, L.C. TOERIEN y J.J. BEZUIDENHOUT. 1987. A storage temperature regime for South African export avocados. S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrb. 10:146 - 149.

WARDLAW, C.W. Y LEONARD, E.R. 1935. The storage of avocado pears. Tropical agriculture 12, 132-3.

WILKINSON, B.G. 1970. Physiological disorder of fruits. In A.C. Hulme. The biochemistry of fruits and their products. London, Acad. Press, pp.537-554.

ZAUBERMAN, G.; SCHIFFMANN-NADEZ, M. Y YANKO, U. 1977. The responce of avocado fruits to differents storage temperature. Hortscience. 12(4):353-354.

_____, y M. SCHIFFMAN-NADEL. 1972. Pectinmetylesterase and Polygalctouronase in avocado fruit at varius stages of development. Plant Physiol. 49: 864-865

ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y. Y YANKO U. 1981. Waxing of avocado fruits. Alon Hanotea 36(1):3-6.