

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Y FORESTALES

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE AGRONOMIA

PROYECTO
TRANSFORMACION INDUSTRIAL DE LA PALTA
INFORME FINAL

Unidades Ejecutoras

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad de Chile
Santa Rosa 11315 - La Pintana

Dr. Marco Schwartz M.

Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso
Hacienda La Palma s/n°. Casilla 4-D Quillota

Sr. José Antonio Olaeta C.

SANTIAGO, AGOSTO 1998

PROYECTO
TRANSFORMACION INDUSTRIAL DE LA PALTA
INFORME FINAL

PROFESIONALES PARTICIPANTES

Dr. Marco Schwartz M.
Director de Investigación
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ing. Agr., M.S. José Olaeta C.
Profesor Titular
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

Ing. Agr. Pedro Undurraga
Profesor Titular
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

Co-investigador
Ing. Agr. Marcela Sepúlveda L.

RESUMEN

Chile es un país productor de palta cuyo destino principal es el mercado nacional. Sin embargo, el interés por este cultivo ha crecido en los últimos años, en virtud del buen precio que algunos mercados internacionales están dispuestos a pagar por esta fruta. Esto trajo como consecuencia un aumento en la superficie plantada y del volumen de fruta no exportable, la que por tratarse de calibres menores debe ser comercializada a menores precios.

Se debe tener en cuenta también que México, nuestro gran competidor, tiene una superficie plantada del orden de las 90.000 Ha., con una producción que fluctúa entre 700.000 a 800.000 ton., las que han comenzado a ser exportadas a EEUU. Si México alcanzara a exportar tan solo el 20% de su producción, acarrearía un daño considerable a las exportaciones chilenas. En consecuencia, la oferta en nuestro mercado interno aumentaría substancialmente. Además este país, está exportando unas 50.000 ton. de pulpa procesada a Estados Unidos a las cadenas de comida rápida, donde la palta está siendo paulatinamente incorporada.

Es necesario considerar también, que el posicionamiento de nuestra fruta en importantes mercados internacionales, acostumbrados al consumo de esta fruta, abre una opción para la introducción de productos derivados de la palta que obviamente cuentan con mayor valor agregado.

Basado en lo anterior y para contribuir al desarrollo de la industria de la palta procesada la Universidad Católica de Valparaíso, la Universidad de Chile e INTEC decidieron ejecutar el Proyecto **Transformación industrial de la palta** (*Persea americana Mill*) con el aporte financiero del FIA.

Los objetivos del proyecto citado fueron:

- Evaluación de la composición del aceite de palta durante la maduración de la fruta.
- Elaboración y caracterización de la palta deshidratada osmóticamente, atomizada y congelada.
- Caracterización y prospección preliminar de la utilización del carozo de la palta.

El presente informe contiene los resultados obtenidos durante la ejecución del Proyecto, los que responden a los objetivos planteados.

1. EVOLUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ACEITES DE PALTAS CV. FUERTE Y HASS.

Se cosecharon periodicamente frutos del cultivar Fuerte y Hass, en la etapa final de su desarrollo, a los que se les determinó el contenido de humedad y de aceite y la composición de éste mediante cromatografía gaseosa.

Cv. Fuerte

Se determinó que durante la formación del fruto existen variaciones entre el contenido de aceite y de humedad. Inicialmente fue alto el % de humedad y bajo el de aceite. Esto se revierte alcanzando sobre un 20% de aceite en su máximo desarrollo.

Sin embargo, los valores, aunque mantienen cierta proporcionalidad entre ellos, variaron en forma notoria de un año a otro, probablemente debido a las condiciones climáticas específicamente de pluviometría y temperatura a que se ven sujetos los árboles durante la temporada.

En las tres temporadas, para el caso de palta Fuerte, se apreció que durante el desarrollo y maduración del fruto, los ácidos grasos predominantes fueron el oleico (50%), el palmítico (10%) y el linoleico (8%).

Por su parte los ácidos grasos palmitoleico y linolenico, se encuentran en menor proporción durante el desarrollo de la fruta, en tanto que trazas del ácido estearico, se detectaron ocasionalmente.

Otro aspecto de interés detectado fue la reducción del contenido de ácido oleico a medida que la fruta sobrepasaba su nivel óptimo de madurez de cosecha (medido por un porcentaje de aceite superior a un 11%) y se incorporaba a la etapa de senescencia. Esta situación, que ocurrió en todas las temporadas, fue más acentuada en el año 1996 en que la reducción alcanzó niveles de 30% al término de la temporada (diciembre).

De acuerdo con lo señalado se puede apreciar también, que no existe una correlación entre los distintos ácidos grasos evaluados, ya que sus variaciones en la temporada no siguen un patrón común. Es posible que estas variaciones que se detectan, sean debidas no solo a la evolución de los aceites o el metabolismo propio de estos compuestos sino que también a factores como podría ser la ubicación de la fruta en el árbol, el calibre y a la ubicación del árbol dentro del huerto, entre otros.

Cv. Hass

El cultivar Hass, durante la temporada 1996 alcanzó su desarrollo durante las últimas semanas del mes de noviembre, siendo la primera fecha de cosecha el 18 de ese mes.

Los contenidos de humedad y de aceite, mantienen una correlación durante el desarrollo de la fruta. No obstante, se puede observar que este, en épocas equivalentes de madurez, es más alto en el cultivar Fuerte que en el Hass, ya que en este último no superaron en ningún caso el 20%.

Los niveles de madurez evaluados por el porcentaje de aceite superior a 12% se alcanzaron en épocas diferenciadas en cada temporada. Esta situación pudo deberse al hecho de que las producciones del cultivar Fuerte y Hass se desarrollan en épocas diferenciadas, por lo que las temporadas de sequía que afectaron al país durante 1996 contribuyeron a que la fruta del año 1997 en el caso de Hass adelantara su maduración en tanto que la Fuerte se vio afectada en el mismo año 1996.

En relación a los ácidos grasos constituyentes del aceite de este cultivar se puede apreciar que al igual que la Fuerte el ácido predominante es el oleico (60%). Se observó también que el nivel de este ácido fue menor durante la temporada 1996/97 que en la 97/98 y que ambos años son inferiores a los niveles que presentó la palta Fuerte respectivamente. Se determinó además que los tenores de este ácido se tienden a reducir hacia el período de senescencia, situación que se observó para ambos cultivares en estudio.

Dentro de los ácidos grasos de menor relevancia se encuentran el linolénico, esteárico y palmitoleico. Este último es uno que se presenta con un nivel mayor en este cultivar que en la Fuerte, siendo clara también su tendencia a subir. Los otros dos ácidos grasos medidos no siguen una constante definida en su evolución, siendo erráticos e inconstantes en su aparición.

2. CONGELACIÓN DE PALTAS

Se evaluó el comportamiento de paltas congelada cvs. Fuerte y Hass, en mitades, cubos y puré; con diferentes niveles de antioxidantes,. También se determinó, la incidencia en la calidad de la velocidad de congelado, usando nitrógeno líquido y cámara de aire forzado.

2.1 Producción y evaluación de congelado de palta cv Fuerte, en mitades cubos y puré

Paltas del cultivar Fuerte fueron cosechadas con índice de madurez de 12% como promedio (10-13%) de aceite, lo que se alcanzó la última semana de octubre.

La fruta almacenada a temperatura ambiente, fue procesada cuando la presión fue inferior a 2,8 kg aproximadamente que corresponde a la textura normal de consumo de palta fresca. Los fruta lavada fue procesada en formas de mitades, cubos y puré.

Mitades y Cubos:

Las paltas fueron mondadas y trozadas en mitades y luego sumergidas, en soluciones con o sin antioxidantes y/o sal, durante 5 minutos. Los niveles de sal utilizados correspondieron a un 2,5% y los antioxidantes a un 0,8% de ácido ascórbico y 0,2% de ácido cítrico.

Posteriormente, la mitad de la fruta tratada fue envasada en bolsas de polietileno de baja densidad donde se colocaron 2 a 3 mitades en cada bolsa. La otra mitad, fue cortada en cubos y envasada en bolsas. Tanto mitades y cubos fueron selladas, reemplazándose un 40% de la atmósfera normal por una mezcla de gases que contenía 20% de CO₂ y 80% de N₂.

Luego, las muestras fueron congeladas en túnel de aire forzado a -35°C y almacenadas a -18°C , donde se evaluó cada tratamiento a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento.

Pulpa:

La fruta procesada como puré, se mezcló con antioxidante (0,3% de ácido ascórbico, 0,3% de ácido cítrico) y/o sal (2,5%) y se envasaron en bolsas de polietileno de baja densidad en cantidades de 300 gramos aproximadamente por bolsa. Las bolsas fueron posteriormente selladas con un 40% de vacío sin aplicación de mezcla de gases y luego congelados en túnel de aire forzado a -35°C y almacenados a -18°C , donde se evaluó cada tratamiento a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento.

A cada tratamiento y en cada periodo de almacenaje, se les midió diversos parámetros físicos, químicos y sensoriales como: acidez, pH y color (colorímetro Minolta CR 100), aceptabilidad de color, sabor, aroma, textura y apariencia general.

El rendimiento en pulpa obtenido para el cultivar Fuerte es superior al 65%.,

pH y acidez: En el caso de mitades y cubos, los tratamientos con inmersión en antioxidantes presentaron en general niveles similares a aquellos tratamientos en los cuales no se hizo la inmersión. Sin embargo en el puré, los tratamientos que tienen antioxidantes presentaron niveles de pH significativamente menores a aquellos tratamientos que no lo tenían. Teniendo la acidez un comportamiento similar. Esto ocurrió al ser incorporada la mezcla de antioxidantes en esos tratamientos.

Color: El color no fue afectado por el almacenaje congelado de todos los tratamientos. En pulpas, aquellos tratamientos que incorporaron antioxidantes tuvieron coloraciones mas claras que aquellos que no lo tuvieron.

Con relación al análisis sensorial: se estableció que después de 2 meses de almacenaje congelado, las muestras comenzaron a disminuir su calidad sensorial, siendo consideradas, sin embargo aceptables. Con relación a la variable sabor en pulpas, los tratamientos que contenían sal en sus formulaciones mostraron las mejores preferencias de los panelistas.

Al analizar la variable color, este se mantiene en todos los tratamientos, sin embargo en algunos se tiende a la formación de coloraciones café.

2.2 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.

Se evaluó el comportamiento en congelado de la pulpa de palta Hass procesado como puré y en mitades. La cosecha se realizó en forma manual dejando intacto el pedúnculo, para ser almacenados en cámaras de refrigeración a 7°C hasta alcanzar la textura adecuada.

Para el caso de las mitades, las paltas fueron peladas y sumergidas por 15 minutos en

soluciones antioxidantes: ácido cítrico 2%; mezcla de ácidos ascórbico 0,8% y cítrico 0,2% y una combinación de ácido ascórbico 0,8%, ácido cítrico 0,2% y EDTA 0,035%, a todas las muestras se les incorporó sal..

Al puré, se le adicionó diferentes niveles de antioxidantes y sal (ácido ascórbico 0,3%, ácido cítrico 0,6%; ácido ascórbico 0,3%, ácido cítrico 0,4%, sal 2%; ácido ascórbico 0,3%, ácido cítrico 0,4 %, EDTA 0,035%).

Los diferentes tratamientos fueron envasados y congelados en cámara a -20°C y con nitrógeno líquido a -140°C. Posteriormente fueron almacenadas a -18°C durante 60 días.

La palta Hass posee buenas características de calidad que el mercado exige como: sabor (agradable.), buena textura (cremoso sin fibras:) y facilidad de pelado.

Color:: Los resultados indican que todos los tratamientos corresponden a un color amarillo-verdoso.

Al comparar el color de puré de palta congelada en nitrógeno líquido y en cámara respectivamente se determinó que todos los tratamientos, mantienen constante su coloración, hasta los 60 días de almacenaje congelado. Sin embargo, aquellos tratamientos congelados con nitrógeno líquido mantuvieron siempre una coloración mas clara. En el caso de mitades, estas sufrieron un pronunciado pardeamiento después del descongelado.

No hay diferencia entre los sistemas de congelado para las variables sensoriales analizadas.

2.3 Evaluación de congelado en palta en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.

Para la elaboración de puré, las paltas (presión 0,9-1,8 lb) se molieron, mientras que para los trozos, el fruto fue cortado en rodajas de igual grosor.

Ambos tipos de presentaciones fueron tratados con distintas dosis de antioxidantes (ácido ascórbico 0,2% - ácido cítrico 0,3% - sal 2,0%; ácido ascórbico 0,5% - ácido cítrico 0,5%; ácido ascórbico 1,0% - ácido cítrico 0,5%; y el testigo solo con agua)

Las muestras se envasaron en bolsas de polietileno, las que fueron selladas inmediatamente y almacenadas en una cámara de congelado y luego mantenidas a -20°C, hasta completar un período de dos meses.

pH y acidez: En general las muestras procesadas en mitades con antioxidantes no mostraron diferencias con los tratamientos testigos. En relación al puré en tanto este mostró una mayor acidez.

Análisis sensorial: Los tratamientos en mitades mantuvieron su color durante el almacenaje sin embargo, una vez descongelados sufrieron una pérdida de calidad apreciable. En el caso

de las pulpas en tanto la calidad se mantuvo inalterable durante el almacenaje y posterior descongelación.

2.4 Evaluación de refrigerado y congelado de palta cv. Hass, en mitades.

En este estudio, se llevaron cabo dos subensayos.

2.4.1 Subensayo N° 1:

Paltas cv Hass en dos niveles de ablandamiento (2 y 4 lb), fueron sometidas a diferentes tratamientos: frutos con y sin carozo; con y sin cáscara; y con y sin antioxidante (0,2% de ácido ascórbico - 0,2% de ácido cítrico). Posteriormente fueron envasadas y selladas con un 10% de vacío.

Las muestras fueron almacenadas en refrigeración en una cámara a 4°C durante 20 días, y en cámara de congelado a -20°C, durante 30 días.

2.4.2 Subensayo N° 2 :

Las paltas con un nivel de madurez de 4 lb de presión y en mitades fueron envasadas con y sin carozo, con y sin cáscara. Además con y sin inmersión en salmuera (10%, durante 10 minutos); y, con y sin inmersión en antioxidante (ác. ascórbico 0,2% y ácido cítrico, 0,2%), durante 15 minutos. El almacenaje se realizó en cámara de mantención a 4°C.

En cuanto a las paltas refrigeradas, almacenadas en cámara a 4°C presentaron pardeamiento y pudriciones intensas y generalizados en un corto periodo de almacenaje.

En tanto las muestras congeladas con antioxidante, mantuvieron su coloración. Por otra parte, no hubo diferencias entre los tratamientos con o sin cáscara y tampoco se observó diferencias entre los tratamientos con o sin carozo.

3. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La deshidratación osmótica (DO) se realizó con trozos de forma semilunar de un centímetro de espesor sumergidas previamente en una solución antioxidante de ascorbato de sodio y ácido fosfórico durante 20 minutos.

Se utilizaron tres soluciones osmóticas (cuyo pH se ajustó a 2): NaCl 20% p/v (T₁); maltodextrina (DE = 18-22) 60% (T₂) y una solución mixta de NaCl 10%-maltodextrina (DE = 18-22) 50% (T₃). Los trozos se sumergieron completamente durante seis horas, a temperatura ambiente. Después de la DO los trozos se trituraron y se envasaron al vacío en bolsas de polietileno.

Se evaluó la pérdida de peso (PP) que alcanzó valores de 5,7; 17,5 y 30,3% para T₁, T₂ y T₃, respectivamente. La mayor pérdida de agua (PA) se logró con el T₃ (39,4%), en tanto que con T₁ y T₂ sólo se logró una PA de 14,8 y 22,4%, respectivamente. Los sólidos solubles ganados (SSG) llegaron a 8,5; 4,4 y 9,2% para T₁, T₂ y T₃, respectivamente.

Además se midió el contenido de humedad (H) y el de sólidos solubles en la fruta (SS). La actividad de agua (a_w) disminuyó desde un valor inicial de 0,968 hasta 0,907 0,965 y 0,910 con T₁, T₂ y T₃, respectivamente.

El pH inicial de la palta disminuyó en todos los tratamientos desde 5,9 hasta 4,5 y en cuanto a color, el parámetro L* disminuyó desde 60,7 hasta 54,8; 57,3 y 50,9 con T₁, T₂ y T₃, respectivamente; el parámetro a* aumenta (se hace menos negativo) con todos los tratamientos y b* disminuye con T₁ y T₃ y aumenta con T₂.

En cuanto a la evaluación sensorial, el tratamiento T₃, que fue el más efectivo para la deshidratación, tuvo una aceptabilidad equivalente a un “me disgusta algo”, debido a su gusto salado; su color se calificó como levemente oscuro y su apariencia como regular, hecho que aparentemente estaría relacionado con su color. El T₂ se calificó como “me es indiferente” lo que se podría mejorar sazonando la pulpa. Su color se calificó como “normal” y su dulzor “moderado”. El T₁ no se dio a evaluar debido a su acentuado gusto salado.

4. OSMOCONGELACIÓN

La palta se deshidrató osmóticamente y luego se almacenó bajo tres temperaturas, durante 80 días, realizándose análisis cada 20 días..

Los resultados indican que bajo régimen de refrigeración se producen pequeñas alteraciones en cuanto a pH e índice de peróxidos, los cuales aumentan levemente durante el período de almacenamiento.

En relación a las muestras almacenadas a temperatura ambiente, las alteraciones que se producen en cuanto a pH e índice de peróxidos, son más drásticas. Esto hizo que el control en almacenamiento se realizara sólo hasta los 60 días, aún cuando las muestras estaban ya muy deterioradas.

Situación totalmente contraria se produjo con las muestras almacenadas en congelación, las cuales no sufren alteraciones en los parámetros antes señalados.

En cuanto a la vida útil de la palta deshidratada osmóticamente, es posible afirmar que durante 80 días de almacenamiento a temperatura de congelación (-20°C), el producto conserva su calidad original, en tanto que en régimen de refrigeración (4°C), son 40 días y a temperatura ambiente no es superior a 10 días.

5. DESHIDRATACIÓN POR ATOMIZACIÓN

En el secado por atomización se realizaron varias experiencias a nivel piloto, con el fin de determinar las mejores condiciones del proceso.

La pulpa con preservantes (ácido cítrico, ácido ascórbico), antioxidante (TBHQ) y coadyuvante de secado (maltodextrina) fue atomizada en un secador "spray" con las siguientes condiciones:

Temperatura entrada aire:	120 - 130°C
Temperatura salida del aire:	70 - 80°C
Velocidad de alimentación:	8 - 10 Kg /hr
Temperatura del vapor:	120 - 130° C

El producto obtenido resulto ser de calidad media (persisten los dejos amargos), con color y aroma típico, buenas características de reconstitución con agua y carga microbiana baja. La oxidación de los aceites afecta ligeramente el sabor, lo que sugiere ajustar la concentración del antioxidante. El rendimiento fue 40%.

6. - UTILIZACIÓN DEL CAROZO

6.1 Elaboración de extruídos

Se elaboró un producto extruído. Para ello el carozo se lavó, se secó en una cámara de aire a 65°C, y se trituro en un molino de discos. y se procedió a su extrusión en un equipo de piloto marca Wenger X20. Se determinó la calidad del producto extruído y la posible presencia de principios antinutricionales

Se determinó que: por cada 100 Kg. de palta es posible obtener alrededor de 16,5 Kg. de carozos frescos y que por cada Kg de carozo fresco se pueden obtener aproximadamente 0,5 Kg. de carozo molido seco.

El producto extruído presentó las siguientes características: humedad 3%; densidad 303 g/L; índice de absorción agua 4,88g/g; índice de solubilidad agua 18,95 g/100g; gelatinización 80,66%.

La extrusión tiene una eficiencia de cerca del 95%, por lo que finalmente se obtendrían cerca de 8,4 Kg. de carozo extruido.

La extrusión es un medio para destruir los factores antinutricionales y presenta un recuento total de bacterias bajo para los productos extruidos

6.2 Evaluación del carozo de paltas cv. Fuerte y Hass en dos estados de madurez

Paltas de los cultivares Hass y Fuerte fueron cosechados con dos estados de madurez, inmaduras y maduras, según el nivel de aceite y sus carozos extraídos y lavados con agua corriente. La muestra de cada cultivar se molió en un molino de martillos, para posteriormente ser analizadas.

En relación con el porcentaje de proteínas, este es mayor en aquellos carozos provenientes de paltas maduras. Al hacer la comparación entre cultivares, el carozo del cultivar Hass presentó un mayor nivel de proteínas que aquel proveniente de palta Fuerte.

En la medición del extracto etéreo (medición de las materias grasas), se aprecia que el carozo del cultivar Hass presenta un mayor nivel de materia grasa que aquel proveniente del cultivar Fuerte. A su vez para ambos cultivares, el carozo proveniente de frutos maduros tuvieron un mayor nivel de materia grasa.

El porcentaje de fibra de los carozos se incrementó a medida que el fruto maduró, sin embargo en el cultivar Hass, el nivel alcanzado fue muy superior al ocurrido con el cv. Fuerte.

En el cv Hass el nivel de cenizas del carozo se incrementó con la madurez de los frutos, lo contrario ocurrió con el cv. Fuerte. Además el contenido de cenizas que presentó el cv Fuerte en carozos de frutos inmaduros, fue muy superior al presentado por el cv. Hass, sin embargo, el carozo de este último cultivar alcanzó niveles mayores cuando los frutos maduraron.

En cuanto al extracto no nitrogenado (carbohidratos) también el estado de madurez de los frutos y el cultivar, afectaron su nivel. Carozos de frutos mas maduros tuvieron un mayor nivel de carbohidratos. Con relación a la humedad, hay una disminución de ella a medida que los frutos maduraron.

De los resultados reportados se puede deducir que una mejor calidad de extruídos de carozos de paltos se puede lograr con frutos más maduros.

7. CONCLUSIONES	170
7.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.	170
7.2 Congelación de palta	170
7.2.1 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.	170
7.2.2 Evaluación de congelado en palta (<i>Persea americana</i> Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.	171
7.2.2.1 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (<i>persea americana</i> Mill) cv. Hass en mitades.	171
7.3 Deshidratación Osmótica	172
7.3.1 Evolución de las variables evaluadas durante la DO	172
7.4 Osmocongelación - almacenamiento	172
7.5 Deshidratación por atomización	173
7.6 Evaluación y caracterización del carozo en paltas	173
 BIBLIOGRAFIA	 174
 ANEXOS	 181

4.5.2 Condiciones óptimas de secado por atomización	47
4.5.3 Estabilidad en el almacenamiento del puré de palta deshidratado.	47
4.6 Utilización del Carozo	48
4.6.1 Elaboración de extruidos	48
4.6.2 Evaluación del Carozo de Paltas Cv Fuerte y Hass en dos estados de Madurez	50
5. RESULTADOS	51
5.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.	51
5.2 Congelación de paltas	59
5.2.1 Producción y evaluación de congelado de paltas, en mitades y pulpa.	59
5.2.2 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.	76
5.2.3 Evaluación de congelado en palta (<i>Persea americana</i> Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.	100
5.2.4 Análisis sensorial :	102
5.2.5 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (<i>persea americana</i> Mill) cv. Hass en mitades.	109
5.2.5.1 Subensayo N° 1:	109
5.2.5.2 Subensayo N° 2 .	114
5.3 Deshidratación Osmótica	115
5.3.1 Caracterización de la materia prima	115
5.3.2 Evolución de las variables evaluadas durante la DO de palta	115
5.3.3 Análisis sensorial	128
5.4 Osmocongelación de la palta	129
5.5 Deshidratación por atomización	138
5.5.1 Procesamiento del fruto	138
5.5.2 Condiciones óptimas de secado por atomización	142
5.5.3 Estabilidad en el almacenamiento del puré de palta deshidratado.	152
5.5.4 Eficiencia Térmica	156
5.6 Utilización del carozo.	158
5.6.1 Utilización de carozos como extruido	158
5.6.2 Evaluación del Carozo de Paltas Cv Fuerte y Hass en dos estados de Madurez	161
6. ESTIMACIÓN DE COSTOS	164
6.1 Pulpa de palta osmocongelada (tratada con DO previo a congelación)	164
6.1.1 Costos directos de fabricación	164
6.1.1.1 Materia prima	164
6.1.1.2 Insumos	165
6.1.1.3 Mano de obra directa	165
6.1.1.4 Energía	166
6.1.1.5 Agua potable;	167
6.1.2 Costos indirectos de fabricación.	168
6.2 Palta deshidratada por atomización	169

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
3. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	4
3.1 Descripción de los cultivares utilizados en el estudio	4
3.2 Índice de cosecha	5
3.2.1 Contenido de aceite:	5
3.2.2 Materia seca:	7
3.2.3 Diámetro y peso de los frutos:	7
3.2.4 Medición de la velocidad ultrasónica:	8
3.2.5 Métodos de Resonancia Nuclear Magnética (RNM):	8
3.2.6 Espectroscopia de fluorescencia de la clorofila:	8
3.2.7 Medición de productos fluorescentes de la peroxidación de lípidos:	8
3.3 Cambios físicos y químicos durante la maduración.	9
3.3.1 Cambios Químicos	9
3.4 Antecedentes generales sobre la industrialización de la pulpa de palta	14
3.4.1 Deshidratación Osmótica	17
3.4.2 Secado de Paltas por Atomización	19
3.5 Antecedentes sobre el carozo de palta	21
3.5.1 Caracterización del carozo.	21
3.5.2 El carozo como fuente de almidón	22
3.5.3 Posible presencia de principios antinutricionales	22
3.5.4 Características antimicrobianas y antipardeantes.	23
4. METODOLOGIA	25
4.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.	25
4.2 Congelación de paltas	26
4.2.1 Producción y evaluación de congelado de paltas en mitades y pulpa	26
4.2.2 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.	29
4.2.3 Evaluación de congelado en palta (<i>Persea americana</i> Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.	33
4.2.4 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (<i>Persea americana</i> Mill) cv. Hass, en mitades.	36
4.2.4.1 Subensayo N° 1:	36
4.2.4.2 Subensayo N° 2 :	38
4.3 Deshidratación Osmótica	40
4.4 Osmocongelación	44
4.5 Deshidratación por atomización	45
4.5.1 Procesamiento del fruto	45

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* M) es un frutal de clima subtropical, nativo de México, que fue introducido a Chile a mediados del siglo pasado. Los principales cultivares producidos en Chile son Hass, Fuerte, Bacon, Edranol y Negra de la Cruz; Ryan, Carlsbad, Pirckenton, Gwen, Esther y Witzell, estas últimas están entregando sus primeras producciones.

Según el VI Censo Agropecuario Nacional de 1997, la zona de cultivos en Chile se extiende desde la I a la VIII Región, siendo la Quinta y la Región Metropolitana, las principales productoras, con alrededor de 60% y 22% de la superficie total, respectivamente. Durante la temporada 1994/1995 existían en Chile 11.085 hectáreas cultivadas, alcanzando en la actualidad un total de 16.919 ha (Cuadro 1.1.).

Cuadro 1.1. Distribución regional de la superficie plantada con palta

<u>Región</u>	<u>Superficie (Ha.)</u>
I	7,8
II	218
IV	1.088
V	9.986
VI	1.810
VII	33
VIII	3,6
RM	3773

Fuente: ODEPA, 1997.

Las mayores alzas en superficie se registran en la V Región con la variedad Hass (65% del total). Según el catastro frutícola el área cultivada es esta Región es de 8.071 Há. concentrada en las provincias de Petorca y Quillota.

La producción de palta alcanzó un volumen de alrededor de 60.000 ton en 1997, de las cuales se exportaron 15.500 ton. Estas cifras deberían aumentar significativamente en los próximos años si se considera el elevado número de huertos que aun no entran en producción.

Los mercados a los cuales Chile está exportando son Estados Unidos, Canadá y Unión Europea, siendo sus principales competidores Israel y Sudáfrica.

Chile es un país productor de palta que cada año está aumentando los volúmenes de fruta para la exportación, lo que motiva a incentivar su industrialización para darle un uso alternativo a los descartes de exportación y evitar una sobre oferta en el mercado nacional lo que haría bajar los precios

Actualmente, un 74% de la producción nacional está destinada a mercado nacional y el resto a las exportaciones, las cuales en los últimos años ha estado sujeta a las variaciones de los mercados internacionales por razones económicas o de producción, lo que puede llevar a un aumento en los próximos años del volumen destinado al país.

El interés en desarrollar la industrialización de la palta como una alternativa de utilización se basa en los siguientes argumentos:

Se debe tener en cuenta que México tiene una superficie plantada del orden de las 90.000 Ha., con una producción que fluctúa entre 700.000 a 800.000 ton., las que han comenzado a ser exportadas a EEUU. Si México alcanzara a exportar tan solo el 20% de su producción, acarrearía un daño considerable a las exportaciones chilenas. En consecuencia la oferta en nuestro mercado interno aumentaría substancialmente.

El potencial de México es enorme. Se estima que posee cerca de 1.000.000 de hectáreas potencialmente plantables con paltos. El principal mercado actual de las exportaciones de México es Europa, región donde compite con Israel, Sudáfrica y España. Es necesario destacar que hoy en día México, además, está exportando unas 50.000 ton. de pulpa procesada a Estados Unidos a las cadenas de comida rápida, donde la palta está siendo paulatinamente incorporada.

El posicionamiento de nuestra fruta en importantes mercados internacionales, acostumbrados al consumo de esta fruta, abre una opción para la introducción de productos derivados de la palta que obviamente cuentan con mayor valor agregado.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto fueron los siguientes:

- Evaluación de la composición del aceite de palta durante la maduración de la fruta.
- Elaboración y caracterización de la palta deshidratada osmóticamente, atomizada y congelada.
- Caracterización y prospección preliminar de la utilización del carozo de la palta.

3. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

La búsqueda de antecedentes consideró la revisión de libros y artículos sobre el tema disponibles en las Bibliotecas de la Universidad de Chile, Universidad Católica de Valparaíso, INTEC- CHILE y FAO. Además se realizó una búsqueda de información a través de bases de datos internacionales e INTERNET. En este último se revisó la base de datos UNCOVER y se accedió a los archivos de YAHOO, Globalnt (YAHOO en español) y al sistema SUNSITE:DCC disponible por la Universidad de Chile.

Se debe mencionar que, en general, existe poca información disponible acerca de procesamiento industrial de paltas, excepto para las opciones de congelado, refiriéndose principalmente al producto en fresco.

3.1 Descripción de los cultivares utilizados en el estudio

HASS:

Es posible que esta variedad ya ocupe el primer lugar entre los paltos plantados en Chile, por ser la que más rápidamente ha incrementado su superficie después de ser introducida al país, hace aproximadamente 40 años. Ello porque no muestra una tendencia tan marcada añerismo y no tanta irregularidad en el comportamiento de cada ejemplar dentro de un mismo huerto. Su productividad es más regular. Gran productor, además de precoz, encontrándose frutas en árboles de 2 y 3 años (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

En cuanto a su fruto este posee una forma piriforme y ovoide, algo más pequeño que la Fuerte (peso entre 180 a 360 gr.). La cáscara es cueruda, algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol. Pero cosechada se va poniendo negra a medida que la fruta se ablanda al madurar. Semilla pequeña y contenido de aceite entre 15 a 20%. Madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

Hass es un cv. cuya fruta es de forma oval y asimétrica, su peso medio está comprendido entre 180 y 280 gr, la pulpa es de una excelente calidad, su epicarpo es rugoso y de color entre violáceo y café, la maduración se alcanza con un porcentaje medio de aceite de 22 23% (Calabrese, 1992).

FUERTE:

Esta palta es de color verde, mal conocida en Chile con el nombre de "Californiana" proviene de una yema sacada en 1911 de un árbol nativo de Atlixco (Estado de Puebla), México, y tiene características intermedias entre los de raza mexicana y guatemalteco, por lo que se le considera, al parecer, un antiguo híbrido natural de estas dos razas.

Se trata de un árbol muy vigoroso, cuya copa se extiende no tanto hacia arriba como hacia los lados con tendencia a formar ramas horizontales pegadas al suelo. Por ello, se le debe plantar al máximo de distancia recomendada para el palto. Muchos agricultores tratan inútilmente de formar un eje en estos árboles los primeros años, colocándole soportes a la rama superior, pero generalmente, ésta detiene su crecimiento y es sobrepasada por otras ramas. Su fruto es piriforme a oblongo y tiende a darse alargado en las zonas de clima relativamente más seco y caluroso (Peumo, San Vicente de Tagua - Tagua) que en localidades con influencias de costa donde hay humedad alta y temperaturas más frescas (Quillota, La Ligua) (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

Su contenido medio de aceite es entre 18 a 22% (Gardiazabal y Rosenberg, 1991). Se cosecha en Chile, desde agosto a octubre, aunque en muchos huertos para evitar robos, se saca antes, totalmente inmadura y con bajo contenido de aceites (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

Por otra parte, si se la deja hasta muy tarde en el árbol (diciembre), se mancha y se reblandece rápidamente al cosecharla y no se puede comercializar. O sea, se cosecha de 9 a 13 meses después de la floración. Tiene pues un largo período de comercialización y un excelente sabor (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

3.2 Índice de cosecha

En los frutos de palta se define como "madurez de cosecha" o *mature* a la etapa en cuyo momento ha alcanzado el estado de desarrollo en el cual, si lo movemos del árbol, este es capaz de ablandarse hasta una condición de palatabilidad aceptable. Un fruto el cual se ablanda y está listo para ser consumido se ha definido como "madurez de consumo" o *ripe*. Es importante distinguir entre los dos términos *mature* y *ripe*, porque ellos son distintos y diferentes estados de desarrollo del fruto de palta (Campbell y Malo, 1978).

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

Para determinar si el fruto de palto está comercialmente maduro, se han adoptado diferentes parámetros en diferentes países, entre los cuales se pueden señalar los siguientes:

3.2.1 Contenido de aceite:

En este caso, se utiliza el porcentaje de aceite que posee la pulpa al separarla del árbol a que el grado de madurez está relacionado con la fecha de cosecha; es así como, si ésta es muy temprana, el fruto posee una cantidad insuficiente de aceite para alcanzar la madurez

de consumo (Ibar, 1986). Se ha encontrado que el criterio de determinación más aceptable es el contenido de aceite, ya que éste es el que da sabor a la palta (Gardiazabal y Rosenberg, 1991). Por su parte, Olaeta, Gardiazabal y Martínez(1986) señalan que a medida que el fruto se desarrolla, existe un incremento significativo en el contenido de aceite. Al relacionar lo anterior con la palatabilidad del fruto, determinaron que a medida que los frutos se desarrollan, se produce también un incremento en las características de sabor de los mismos.

Martínez (1984) estudió la evolución de los contenidos de aceite y humedad de diversos cultivares de palta, desarrollando una ecuación de regresión.

Según Olaeta y Undurraga (1995) el porcentaje mínimo de aceite para lograr una adecuada palatabilidad en paltas sería el siguiente para las variedades indicadas:

Zutano	:	10,0%	Witsell	:	10,6%
Fuerte	:	10,4%	N. de la Cruz	:	13,1%
Gwen	:	10,3%	Bacon	:	11,0%
Edranol	:	9,2%	Hass	:	10,9%

Existe una correlación negativa aproximada, entre el contenido de aceite y el contenido de humedad del fruto. Esto puede ser utilizado como un método de rutina rápido para estimar, en forma aproximada, el contenido de aceite de la fruta, con la sola determinación de la humedad.

Por otra parte Swarts, D. (1984), calcula el contenido de aceite, determinando el porcentaje de humedad y restándolo de una constante propia para cada cultivar (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Ecuaciones para el cálculo del contenido de aceite

CULTIVAR	Constante de palta (%)
Edranol	90,9
Fuerte	89,8
Hass	87,8
Zutano	90,7
% de aceite = Constante de Palta x % de Humedad del fruto	

Fuente: Swarts, D. 1984.

Olaeta y Undurraga (1995) determinaron que la estimación del contenido de aceite en las paltas, a través del contenido de humedad, se podía obtener mediante el siguiente modelo de regresión simple:

$$Y_i = R_o + B_1 X_i + E_i$$

donde: Y_i = Contenido de aceite
 R_o = Intercepto de la línea de regresión con el eje Y.
 B_l = Pendiente de la curva cuando X varía una unidad.
 X_i = Porcentaje de humedad.
 E_i = Error.

De acuerdo con el modelo anterior Olaeta y Undurraga (1995) proponen las siguientes ecuaciones de regresión para cada cultivar analizado:

Zutano	% de aceite = $78.134 - 0.846 * \% \text{ Humedad}$
Fuerte	% de aceite = $92.338 - 1.052 * \% \text{ Humedad}$
Gwen	% de aceite = $84.557 - 0.947 * \% \text{ Humedad}$
Whitsell	% de aceite = $76.269 - 0.830 * \% \text{ Humedad}$
N. de la Cruz	% de aceite = $106.462 - 1.159 * \% \text{ Humedad}$
Bacon	% de aceite = $112.929 - 1.131 * \% \text{ Humedad}$
Hass	% de aceite = $53.484 - 0.576 * \% \text{ Humedad}$

3.2.2 Materia seca:

Se ha visto que este parámetro presenta una relación inversa con el contenido de aceite. Tanto en California como en Israel y España tiende a considerarse un porcentaje mínimo del 20% de materia seca para las variedades precoces, como "Bacon" y "Zutano"; 21 % para "Fuerte" y 22% para los cultivares tardíos, incluyendo a Hass (21 % de materia seca se corresponde con 10% de aceite) (Ibar, 1986). Además, Degani *et al.* (1986) señalan que la materia seca es un índice seguro, simple, rápido y económico para determinar aceite.

Estudio realizados por Coffey *et al.* (1985) concluyen que los cambios en el porcentaje de materia seca dan una pobre predicción de la capacidad de maduración del fruto. Además, está el hecho de que los datos observados varían mucho entre una área y otra, lo que le permite una utilización para distritos definidos. Esto último coincide con la opinión de Coggins (1986).

3.2.3 Diámetro y peso de los frutos:

Es utilizado en Florida, donde cada cultivar debe superar ciertos valores mínimos para ser cosechado (Ibar, 1986).

Lee y Young (1983), al medir el crecimiento del fruto, determinaron que al hacer una extrapolación lineal, a valor 0, en la porción de descenso de la curva de crecimiento de la palta, se obtiene un punto definitivo indicando que la madurez fisiológica ha ocurrido, y en

muchos casos, esta fecha está relacionada con la data de madurez hortícola, determinada por un panel de análisis de gusto.

Por su parte, Coggins (1986) considera que el tamaño del fruto da una predicción bastante pobre de madurez, ya que varía mucho entre áreas que se encuentran a corta distancia.

Existen algunas nuevas alternativas de índices de cosecha, que eventualmente podrían ser usadas:

3.2.4 Medición de la velocidad ultrasónica:

Self et al. (1994) observaron que durante la maduración de palta "Fuerte", a 15°C, la fracción de volumen del espacio intercelular, es decir el contenido de aire, tiende a disminuir y está correlacionado negativamente con la densidad de la pulpa. A su vez, la velocidad ultrasónica está correlacionada positivamente con la humedad de la pulpa. Además, es necesario extrapolar de la velocidad medida en secciones de pulpa a la fruta completa, con el objetivo de proveer de un índice no destructivo para evaluar la madurez de paltas.

3.2.5 Métodos de Resonancia Nuclear Magnética (RNM):

Al realizar experimentos con (RNM), Chen et al. (1993) determinaron que, tanto la intensidad de la imagen, relación del aceite y los "peaks" de resonancia del agua de una dimensión del espectro, entre otros, se correlacionaban con la madurez de la fruta.

3.2.6 Espectroscopia de fluorescencia de la clorofila:

El espectro de fluorescencia patrón de la piel del fruto, indica la organización normal de la clorofila contenida en el complejo de la membrana tilacoide, y los resultados que se obtienen con la espectroscopia de fluorescencia, se pueden usar como una herramienta para estudiar la organización de la clorofila durante los períodos de crecimiento y maduración de la fruta (Gross y Ohad, 1983).

3.2.7 Medición de productos fluorescentes de la peroxidación de lípidos:

Meir (1991) sugieren que la peroxidación de los lípidos puede ser uno de los primeros procesos detestables durante la maduración de la fruta, de esta manera, el análisis del fraccionado de los productos fluorescentes y sus resultados pueden emplearse como una característica hortícola para estimar la iniciación de la maduración en las paltas. Ibar (1986) también señala que se han propuesto otros parámetros para conocer el momento justo de la madurez fisiológica, como es la medida de la cantidad de la enzima pectimetilesterasa.

Obviamente este tipo de parámetros, al igual que otros basados en metodologías igualmente complicadas, no se usan demasiado en la práctica.

3.3 Cambios físicos y químicos durante la maduración.

3.3.1 Cambios Químicos

-Aceites

La palta es una fruta con un alto contenido de aceite, y los ácidos grasos que la constituyen, en su mayoría corresponden a los llamados insaturados (Esteban, 1993). La porción comestible de la fruta es rica en ácidos oleico, palmítico, linoléico y palmitoléico; mientras que del esteárico sólo tiene trazas. Hay pocas diferencias en el contenido de ácidos grasos del mesocarpio y el endocarpio. Pero los ácidos grasos de la semilla son marcadamente diferentes a los del pericarpio, siendo como es típico en las semillas más abundantes el linoléico y linolénico. Las semillas tienen poca materia grasa, siendo sólo el 1,0% del total del peso fresco de la fruta (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

La composición del aceite crudo de palta contiene alrededor de un 80 - 85% de ácidos grasos insaturados, así como un importante nivel de materia insaponificable (Olaeta, 1990). Debido al alto contenido de aceite de este fruto, es que posee una gran cantidad de ácidos grasos (Cuadro 3.2), principalmente del tipo insaturados.

Los lípidos pueden variar entre el 5 y el 30% del peso del fruto (Fersini, 1975). Es necesario recalcar que estos valores corresponden a una situación estudiada para las condiciones reinantes en Sud Africa, lo que no necesariamente representa la realidad de producción local. Por otra parte en el Cuadro 3.2 se pueden apreciar el contenido de ácidos grasos así como las características del aceite crudo de palta

Cuadro 3. 2. Características del aceite crudo de palta.

ACIDOS GRASOS	PORCENTAJE
Acido palmítico	11.85
Acido Palmitoleico	3.98
Acido Esteárico	0.87
Acido oleico	70.54
Acido linoleico	9.45
Acido Linolénico	0.87
Acido Araquidónico	0.50
Acido Elisenoico	0.39
Acido Behénico	0.61
Acido Lignocénico	0.34

Valor de saponificación	191
Valor peróxido (meq.per/1 000 gr aceite)	3.3
Acidos grasos libres	0.82%
Indice de refracción a 25' C	1.4691
Punto de fusión	1.810 ° C
Punto de ebullición	2.450 ° C
Punto de condensación	-15 °C
Insaponificables	1.6%

Fuente: Análisis privado donado por Mgssrs, Mc Lachlan y Lazar (Oty)
LTD Consulting Chemist. Johannesburg. Human (1987).

- Síntesis de ácidos grasos

La formación de aceites, depende del rompimiento del material hidrocarbonado a acetato, seguida de una síntesis de ácidos grasos desde el acetato, existiendo una disminución de la cantidad de azúcares almacenada en la pulpa de palta, mientras que el contenido de aceites aumenta, durante la formación y el desarrollo del fruto (Bean, 1958).

Debido a que los principales ácidos grasos en la mayoría de los vegetales son los ácidos insaturados de 18 átomos de carbono, se puede garantizar la biosíntesis de estos ácidos por un determinado mecanismo. Se sugiere que el predominio de estos ácidos grasos (oleico, linoleico y linolénico) es el resultado de una acción combinada de una serie de sistemas enzimáticos, todos empleando A.C.R. como tiotester (Ohlrogge; Shine y Stuart, 1978.).

La síntesis de ácidos grasos de acetato ocurre en los cloroplastos u otras partículas con igual velocidad de sedimentación, y la ruptura de estas partículas, produce un alza en la síntesis de ácidos grasos en la fracción de citoplasma y mitocondrias (Wedire y Kekwick, 1970.).

La industria farmacéutica francesa considera que la fracción insaponificable del aceite debe ser recuperada desde el aceite de palta debido al gran valor que representa (Olaeta, 1990).

Turatti *et al.*, (1985); citado por Olaeta (1990) encontraron que cuando la pulpa de palta es deshidratada y sujeta a presión hidráulica, se obtiene el aceite con el mayor porcentaje de materia insaponificable (4,9%) y también de tocoferoles (6,92%).

Desde la fracción insaponificable, Joseph y Neeran (1982); aislaron compuestos folialcanólicos, sólo presentes en aceites de paltas, importante en propiedades cosméticas.

- Evolución del contenido de aceites durante el desarrollo del fruto

Con respecto a los aceites, la palta presenta durante su maduración un aumento en el contenido de éstos, el cual es usado como índice de madurez, alcanzando cada cultivar un nivel característico.

Rodríguez (1988), señala que uno de los hechos que mayor importancia tiene este fruto, es su elevado contenido de aceite. En efecto, durante la multiplicación celular se van formando células especiales, llamadas idioblastos, que tienen la capacidad de acumular lípidos, siendo al final de dicho crecimiento cuando se alcanza la máxima proporción de aceite.

Además, este contenido de aceite varía fundamentalmente de acuerdo a la raza de palta de que se trate: las razas mexicanas (Bacon y Zutano) y guatemaltecas (Hass) tienen una concentración de aceite que va desde un 10 a un 13% y de un 15 a un 25% respectivamente. mientras que la raza antillana contiene alrededor de un 2.5 a un 5.0% de aceite (Rodríguez, 1988).

En general, se sabe que a medida que el fruto se desarrolla, hay un incremento significativo en el contenido de aceite, presentando cada cultivar curvas diferentes (Olaeta *et al.*, 1986).

La propiedades de los lípidos cambian marcadamente a medida que el fruto se desarrolla. El índice de yodo el cual es un índice del grado de insaturación correspondía a 190 en un fruto de 60 gr en abril y disminuyó rápidamente a mediados de junio cuando su valor era de 107 (Hulme, 1971).

El número de saponificación aumentó rápidamente de un valor de 107 en abril a 188 en junio. Después no se produjo cambios durante la estación (Hulme, 1971). (Figura3.1).

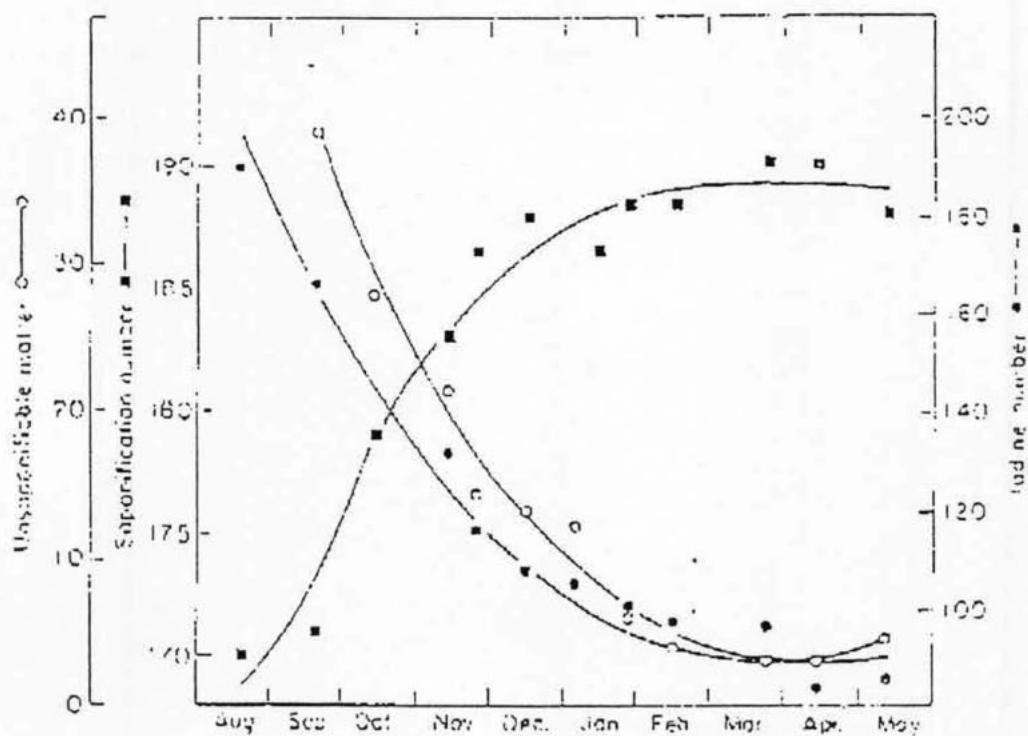


Figura 3.1. Variación estacional del índice de saponificación en palta.

Las propiedades químicas de los aceites cambian hasta el momento de madurez fisiológica (Hulme, 1971). Se midió los cambios en las clases de lípidos asociados con el desarrollo de fruto de palta Fuerte (Figura 3. 2).

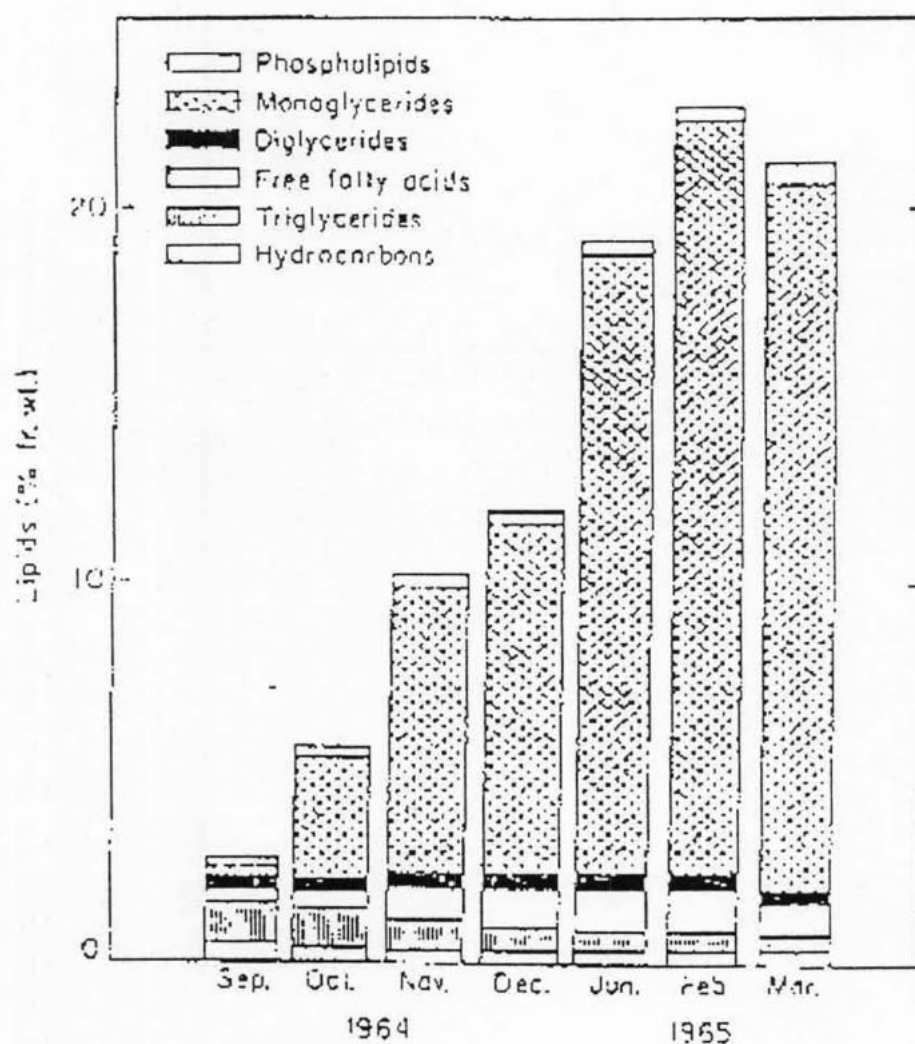


Figura 3.2 Variación de la composición lipídica de palta

En general, los niveles de los fosfolípidos, ácidos grasos libres e hidrocarburos tienden a permanecer sin cambios en relación al peso fresco. Sin embargo, la fracción de monoglicéridos decrece mientras que la fracción de disacáridos aumenta (Hulme, 1971).

Se midió también los cambios en la distribución de los ácidos grasos de los lípidos asociados con el desarrollo (Figura 3. 3).

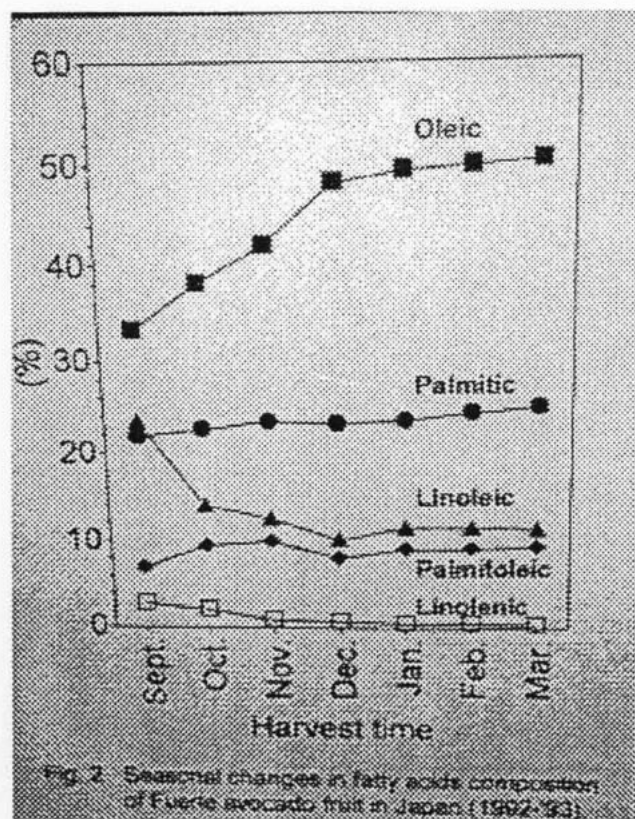


Figura 3.3. Variación estacional en el contenido de aceite en frutos de cv de palto (*Persea americana* Mill).

Fuente: Inoue y Tateisi-11, 1995.

El ácido linolénico permanece sin cambios a través del periodo de desarrollo del fruto. El palmítico, palmitoleico y linolénico aumentan un poco mientras que el mayor cambio fue un gran aumento del ácido oleico (Hulme, 1971)

3.4 Antecedentes generales sobre la industrialización de la pulpa de palta

La pulpa de la palta se caracteriza por tener un alto contenido de lípidos, el cual al momento de cosecha puede superar el 30 % en peso de la pulpa. El aceite de palta es rico en ácidos grasos insaturados lo cual la hace un producto apetecible desde el punto de vista nutricional. Dentro de la fracción lipídica se pueden diferenciar triglicéridos, monoglicéridos, diglicéridos, ácidos grasos libres, glicolípidos y fosfolípidos (Cuadro 3.2). Se debe hacer notar que, por el contrario, el contenido de lípidos en la semilla es bastante bajo, cercano al 1 % (sobre la base de muestra fresca). (Hulme 1971)

El nivel proteico de la pulpa también es elevado en comparación con otras frutas. Mientras la mayoría tiene menos de un 1 %, las paltas poseen un contenido cercano al 2 %. Los minerales presentes en mayor proporción son K, Na, P y Cl (Silva, 1995).

El contenido de proteínas, es más o menos parejo entre las distintas variedades y a lo largo de la temporada de cosecha.

El contenido de hidratos de carbono es bastante bajo respecto de otras frutas, variando entre un 1 y 2 %.

En comparación con otras frutas, la palta es más bien pobre en vitamina C, K y ácido fólico. Es rica en vitamina A y vitaminas del complejo B y medianamente rica en vitamina D y E. Esta última contribuye a la estabilidad del aceite de palta con un efecto antioxidante'

Respecto al contenido de taninos, en la pulpa se han separado 4 grupos de taninos de los cuales se han detectado dos compuestos: una catequina y una flavona. En los carozos se presenta una mezcla compleja de compuestos polifenólicos que van desde un pirocatecol a polimeros muy complejos. Cabe hacer notar que los carozos de palta se han utilizado para la extracción de materias colorantes, principalmente por la presencia de estos taninos.

Algunos análisis realizados sobre el carozo de las paltas indican que su composición promedio sería la siguiente: humedad 50-53%, almidón 29,6%, otros hidratos de carbono 6% fibra 3,7%, proteínas 2-2,5%, lípidos 1-4 %, cenizas 1,6% y fibra 5%

Kiger (1983) obtuvo un producto de buena calidad bioquímica y sensorial luego de almacenar pulpa y rebanadas de palta en bolsas laminadas de celofán y polipropileno al vacío, a una temperatura de - 20°C durante seis meses, con una mezcla de ácido sórbico (0,15%) y ácido ascórbico (0,20%). Por otro lado, Nolan (1983) mezcló palta pelada y cortada en cubos con antioxidantes y la congeló, obteniendo un producto que luego de ser abierto se mantuvo durante dos semanas refrigerado sin sufrir un daño por oxidación.

Carvallo y Schaffeld (1 983) determinaron que la calidad de un pasta de parta se mantiene aceptable durante un almacenamiento de 55 días a una temperatura se 8°C si en su formulación se contempla el uso de un 0,06% de "dynapol anoxomer"; 1,3% NaCl; 0,2% de azúcar; 0,2% de ácido ascórbico; 0,1% de ácido sórbico; 0,3% de tripolifosfato sódico; 0,5% de "Finnenich FCH-T"; 0,0075% (en base a materia grasa) de etilendiamintetracético (EDTA) y además se ajusta el pH a 4,5.

Scudamore-Smith (1984) realizó seis preparados diferentes de pasta de palta saborizados con cebolla y estableció que se obtenían un sabor y una textura aceptables con una concentración de 10 y 30 g de cebolla deshidratada en polvo o con 35 y 70 g de cebolla fresca picada por kg de pasta de palta.

En cuanto al aceite de palta, existen diversos estudios que van desde la extracción (Curiel, 1985; Martínez *et al*, 1988; Bizmiana *et el*, 1993), el análisis de los triglicéridos que lo

componen (Lozano,1983), la caracterización del aceite de palta extraído por diferentes métodos (Turatti *et al*, 1985), la refinación (Southwell, 1990), la efectividad de los antioxidantes usados en aceite refinado (Werman y Neeman, 1986) hasta un análisis de los efectos que puede tener este aceite sobre el metabolismo del hígado.

Santos y Cal-Vidal (1 985) probaron diferentes sustancias para evitar la aglomeración de palta en polvo, deshidratada por atomización, durante su almacenamiento, con un contenido de humedad inicial entre 1 y 18%, temperatura de almacenaje entre 7 y 45°C y una humedad relativa entre 31 y 76%. Determinaron que la aglomeración aumentaba en la medida en que eran mayores la humedad relativa, la temperatura y el contenido inicial de humedad. También estudiaron el efecto de aditivos como lactosa, almidón de maíz y carboximetilcelulosa, estableciendo que los dos primeros aumentaron la aglomeración del producto, mientras que la carboximetilcelulosa tuvo un efecto pequeño.

Existen otros estudios sobre obtención de pulpa de palta y almacenamiento de rebanadas de palta al vacío, pero hasta el momento no hay información de una deshidratación osmótica de esta fruta.

Se ha determinado que, de las variedades cultivadas en el país, las que presentan mayor aptitud para la industrialización son la variedad Hass y la variedad Fuerte, cuya época de cosecha en conjunto abarca prácticamente todo el año. En la siguiente tabla se presenta la composición química promedio de ambas variedades

Cuadro 3.3. Análisis químico paltas variedad Hass y Fuerte

Parámetros	Palta variedad Hass %	Palta variedad Fuerte %
Humedad	63,49	64,12
sólidos totales	36,51	35,88
proteínas	1,33	1,97
extracto etereo	26,57	28,47
cenizas	1,25	0,91
azucares reductores	0,34	
azuc totales	2	0,67
fibra	1,86	1,43

FUENTE: CORFO 1979

El rendimiento de la palta (proporción de pulpa, piel y carozo) es bastante variable, dependiendo de la calidad del material y del tipo de variedad, aunque de las variedades cultivadas en el país, Hass y Fuerte presentan los mayores contenidos de pulpa. La información consultada reporta los siguientes rendimientos para paltas de diferentes variedades.

Cuadro 3.4. Rendimiento de la palta, según variedad.

Rendimiento	Variedad Hass	Variedad Fuerte
% Pulpa	69,8-74,1	69,8
% Cáscara	16,4-18,1	11,2
% Carozo	9,4-12,1	18,0

FUENTE: CORFO 1979

Se han logrado algunos productos industrializados de la palta, sin embargo su procesamiento y control de pardeamiento no está completamente estudiado ya que, pese a que se han realizado numerosos estudios sobre conservación y procesamiento de la fruta y en la gran mayoría persiste el problema del oscurecimiento debido a las características propias de la misma. Entre éstas se puede mencionar el oscurecimiento enzimático de la pulpa, producido por la acción del complejo polifenol oxidasa y la generación de olores y sabores extraños, como resultado de la aplicación de tratamientos térmicos.(García 1975, Kanpp 1965)

El oscurecimiento enzimático puede inhibirse normalmente mediante el empleo de altas temperaturas (escaldado con vapor) y de agentes antioxidantes, como sulfitos o ácido ascórbico, o bien eliminando el oxígeno. Pero en el caso de la palta, los tratamientos térmicos son negativos para el sabor, olor y textura.(Bates 1968, Agudelo 1993).

La adición de sulfitos ha sido una de las opciones aplicadas con cierto éxito, sin embargo su uso se ha cuestionado por razones de salud en algunos países. Por tal razón se ha recurrido a otras alternativas, como es el uso de ácido cítrico y ascórbico, los cuales inhiben la actividad enzimática, debido a su acción reductora y/o por su interacción directa con el complejo enzimático.(Cortez 1971, Rodríguez 1990).

3.4.1 Deshidratación Osmótica

La remoción de agua a partir de trozos de alimento se realiza con el fin de disminuir su actividad de agua (a_w) y así inhibir el desarrollo microbiano. Una de las formas más eficientes para remover el agua de los alimentos es a través de la osmosis, ya que el agua no tiene que sufrir un cambio de estado (Bolin et al, 1983; Schwartz, 1993).

La deshidratación osmótica consiste en poner un alimento sólido, ya sea entero o trozado, en soluciones de azúcar o sal que generen alta presión osmótica. Esto origina básicamente dos procesos simultáneos: Un flujo de agua desde el alimento hacia la solución y un flujo de solutos desde la solución hacia el alimento, ambos debidos a un gradiente creado por la membrana celular que posee permeabilidad diferencial. También existe una pequeña pérdida de solutos desde el alimento hacia la solución (azúcares, sales minerales, ácidos orgánicos, otros). Si bien una solución de moléculas de alto peso molecular evitaría el ingreso de éstas

a las células, puede existir un ingreso al espacio intercelular debido a cambios en la permeabilidad natural (Torreggiani, 1993; Schwartz *et al*, 1994b)

Las características del alimento que influyen sobre el grado de deshidratación son: la densidad del tejido, contenido inicial de sólidos solubles e insolubles, espacio intercelular, presencia de gas, proporción entre las diferentes sustancias pécticas, grado de gelificación de la pectina y la actividad enzimática (Torreggiani, 1993).

Una solución osmótica altamente concentrada permite una fuerte deshidratación celular (Lenart y Flink, 1984). Además, Vial *et al* (1991), citado por Torreggiani (1993), afirma que la transferencia de masa se ve favorecida por el uso de soluciones más concentradas. En cuanto a la composición de la solución, un soluto de mayor masa molar favorece una pérdida de agua y una menor ganancia de sólidos (Torreggiani, 1993) y, sacáridos de bajo peso molecular favorecen la ganancia de sólidos en desmedro de la pérdida de agua. El uso de NaCl en soluciones osmóticas aumenta la deshidratación debido a su capacidad de disminuir el a_w , y cuando se combina con azúcar, se observa un efecto sinérgico (Torreggiani, 1993).

La temperatura tiene un efecto significativo sobre la deshidratación, afectando tanto la tasa osmótica como cambios bioquímicos (Liu, 1992; Shaflur, 1990). Schwartz *et al* (1994a) deshidrataron osmóticamente manzana var Granny Smith usando diferentes temperaturas y detenninaron que medida que aumenta la temperatura, se producen una mayor pérdida de agua y peso, alcanzando valores de 58 y 53% para 25°C, 69 y 55% para 45°C y 74 y 57% para 65°C, respectivamente. En general, la banana osmodeshidratada (var Cavendish) presenta un mayor pardeamiento durante el almacenamiento cuando es deshidratada a 50°C en comparación con 30 °C (Schwartz *et al*, 1994c).

Por lo general no conviene deshidratar más allá de una pérdida del 50% del peso pues la tasa osmótica disminuye en el tiempo. La principal pérdida de agua ocurre durante las dos primeras horas y la mayor ganancia de sólidos durante los primeros 30 minutos (Conway *et al*). La disminución de la actividad de agua de una fruta, unida a tratamientos térmicos moderados y un ajuste de pH, restringen las reacciones de pardeamiento, reduciendo los daños por pérdidas de color y sabor (Schwartz, 1993).

La aplicación de esta técnica permitiría a los productores ofertar la fruta para su proceso inmediato o bien mantenerla durante varios meses como producto de humedad intermedia para su posterior industrialización cuando las condiciones de mercado lo aconsejen. Los ensayos realizados con kiwi, durazno, manzana, banana, peras asiáticas y europeas arrojan productos de buena aptitud para su posterior deshidratado, congelado, enlatado o transformación en pulpa (Schwartz, 1993).

3.4.2 Secado de Paltas por Atomización

Durante la atomización en corriente de aire de alimentos líquidos se producen pequeñas gotas que entran en contacto con aire caliente. Por la elevada relación superficie/masa y la alta temperatura, se consiguen tiempos de secado muy cortos; el producto así obtenido es un polvo, que debe reunir unas características de calidad, tales como una densidad y color apropiados, facilidad de reconstitución, degradación mínima de los constituyentes y sabor y aromas agradables.

Esta técnica permite secar productos termolábiles como es el caso de los extractos de café, té, antibióticos, leche, etc. En relación a la pulpa de palta, ésta es claramente sensible al calor por lo que el uso del secado por atomización puede permitir obtener un producto de calidad y comercializable (Schwartz, 1989).

En la Figura 3.4 se muestra un atomizador NIRO, modelo Minor, igual al que se emplea en este trabajo.

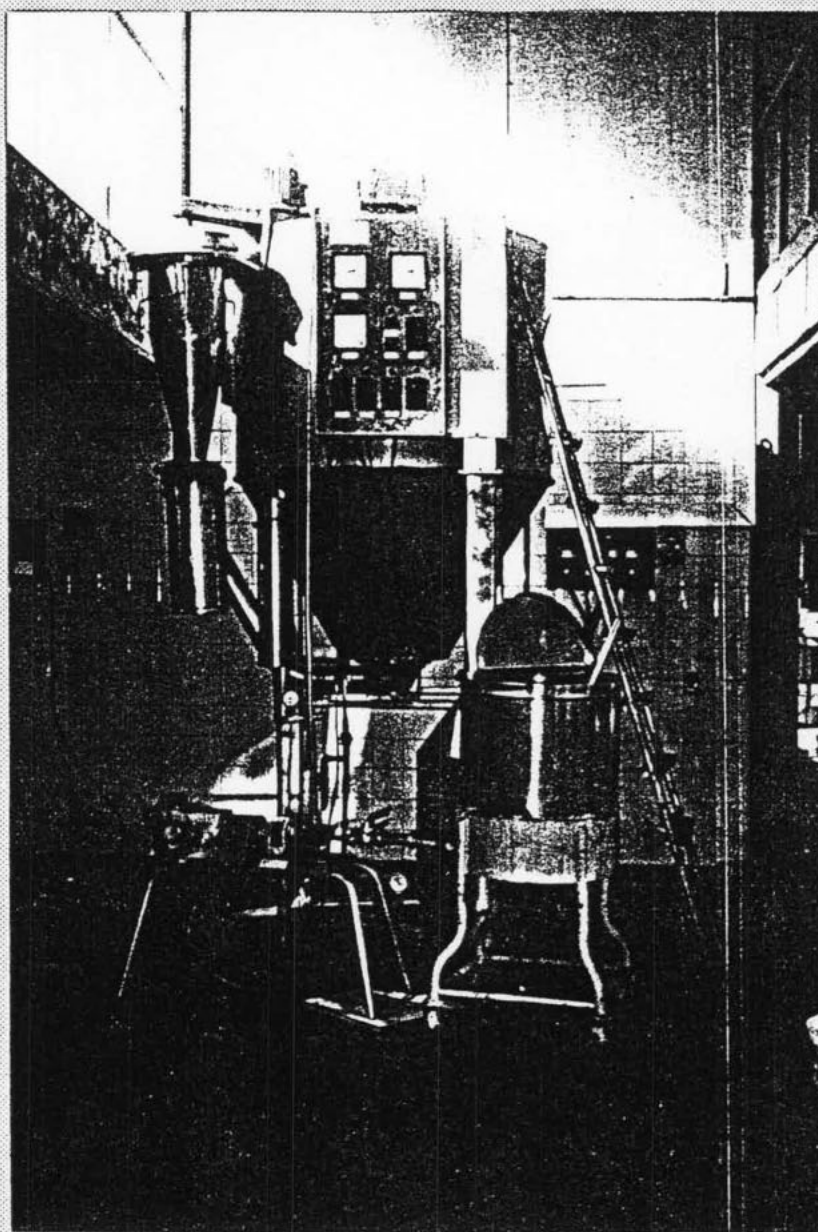


Figura 3.4 Atomizador Niro (Production Minor).

3.5 Antecedentes sobre el carozo de palta

3.5.1 Caracterización del carozo.

Una vez separada la pulpa comestible, quedan como residuos la cáscara y el carozo. El carozo tiene mayores contenidos de humedad y aceite que la cáscara, pero el contenido lipídico de ambos es varias veces inferior al de la pulpa, por lo cual no se les considera de interés en un proceso como la obtención de aceite. Otra razón para no considerarles como productos utilizables en algún proceso de industrialización radica en que los aceites de la cáscara y el carozo contienen algunos ácidos grasos con menor número de carbonos, así como porcentajes mayores de ácidos linoleico y linolénico y menor contenido de oleico, lo cual podría afectar la estabilidad de los productos obtenidos por su mayor probabilidad de oxidación.(OEA 1978)

Un estudio acerca de los ácidos grasos presentes en la pulpa y hueso mediante una extracción con una mezcla etanol:cloroformo (1:2) y posterior análisis de los aceites por cromatografía gaseosa entregó los siguientes resultados: (Mazliak 1965, Lee 1981)

Cuadro 3. 5. Composición de Acidos Grasos

Acidos grasos	Porcentaje en carozo	Porcentaje en pulpa
ac capfilico (C 10)	0,4	0-0,1
ac laurico (C 12)	0,3	0-0,2
ac tridecanoico (C 13)	trazas	-
ac miristico (C14)	0,8	0,1-2,1
ac pentadecanoico (C 15)	0,4	-
ac palmitico (C 16)	22	7,2 - 25
ac palmitoleico (C16: 1)	3,2	0-8,3
ac heptadecanoico (C17)	0,4	-
ac estearico (C 18)	0,6	0,6-1,3
ac oleico (C 18: 1)	25	42-81
ac linoleico (C 18:2)	41,5	6-18,5
ac linolenico (C 18:3)	5,1	trazas
ac araquirico o eicosenoico (C20)	trazas	0-2,6
ac behenico (C22)	trazas	-

El elevado porcentaje de ácido oleico presente en el carozo es característico de los lípidos de la almendra. Los lípidos del carozo son mas ricos en ácidos poliinsaturados que los de la pulpa.

A partir de la cascara y el carozo es posible obtener productos como enzimas y sustancias de características antibioticas o antimicrobianas. Estas últimas tendrían posibles utilizaciones en conservas de carne, en procesos de curado y en la preservación de cremas de confitería. También es factible la utilización del cuesco para extraer taninos y colorantes. Además, el carozo de la palta parece tener algunos compuestos que evitan el pardeamiento del fruto. (Canto 1980)

3.5.2 El carozo como fuente de almidón

Se revisó un estudio en el cual se establece un posible potencial del carozo como fuente de almidón, debido a su alto contenido de esta sustancia, cercana al 30%. (Kahn 1987)

La extracción del almidón a partir de carozo de palta se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

Los carozos obtenidos de palta madura fueron cortados en lonjas delgadas e inmediatamente inmersos en una solución 2 mM Tris (pH 7), 7,5 mM de NaCl y 80 mM de NaHSO₃ (solución A); posteriormente fueron triturados en una moledora de carne y se volvió a sumergir el producto molido en solución A.

El material molido se volvió a pasar 2 veces más por el equipo de molienda para luego ser filtrado y separar la pulpa gruesa. El líquido espeso obtenido se dejó decantar por una hora y luego se separó el precipitado que corresponde a la fracción de almidón.

El almidón obtenido se resuspendió en agua y luego se dejó decantar, operación que se repite varias veces para finalmente dejar secar el material a temperatura ambiente (24°C). El producto una vez seco se muele y tamiza en malla de 70 mesh.

La evaluación microscópica del almidón reveló que los gránulos son de forma oval, con un diámetro de 5 a 35 μ , tamaño que es similar al de los gránulos de maíz. Las condiciones de temperatura para la gelatinización fueron: inicio 62°C, 50% de gelatinización a 69°C y 98% de gelatinización a 75°C (Los rangos para maíz varían entre 64°C y 72°C). Las características de viscosidad del almidón de carozo de palta frente a los aumentos de temperatura son similares a las que presentan otros almidones obtenidos de legumbres (almidones tipo C: de dilatación restringida), lo cual sugiere su posible uso en alimentos que deben ser calentados a 100 °C, como por ejemplo sopas y salsas.

3.5.3 Posible presencia de principios antinutricionales

Según un estudio consultado, tanto el carozo como la cáscara de palta son pobres en nutrientes, comparados con la pulpa por lo que su posible industrialización podría ser como suplemento para alimentación de vacunos y porcinos, pero teniendo en cuenta la posible toxicidad de estos materiales.

Lo anterior radica en los resultados de pruebas biológicas realizadas con ratas donde se obtuvo una alta mortalidad. Las ratas fueron alimentadas con raciones que contenían un 5 % de de carozo de palta y 5% de cafeína, ambos como fuentes de proteína, siendo el resto 1% de vitaminas, 4% de minerales, 10% de sacarosa, 8% de aceite, 4% de fibra y almidón.(OEA 1978)

Es factible, de acuerdo a estos antecedentes, que el carozo contenga algunos principios antinutricionales que podrían actuar adversamente sobre la posibilidad de su utilización. Sin embargo, es bueno destacar que la gran mayoría de dichas sustancias son termolábiles, por lo que un tratamiento adecuado de calor (cocción) las destruiría.

Dentro de las posibles sustancias que podrían estar presentes en el carozo, se podrían mencionar los glucósidos cianogénicos, que de por sí no son tóxicos pero que pueden liberar HCN por la flora intestinal. Estos glucósidos se encuentran en los porotos, almendras amargas y semillas de algunas frutas. El ácido cianhídrico tiene una dosis letal de 0,5 a 3,5 mg/Kg de peso corporal para el hombre y actúa inhibiendo la respiración celular.(Schmdit Hebbel 1986). Por otra parte, se ha comprobado que los vegetales que contienen glucósidos cinogénicos también contienen las enzimas capaces de liberar el HCN pero ubicados a menudo en células o aún en tejidos vegetales separados. La molienda del material hace factible la liberación del ácido.

Otras sustancias problemática que podría estar presente serían los polifenoles condensados tipo taninos, también capaces de interferir en la digestibilidad y calidad de las proteínas. También puede haber presencia de ciertas sustancias que actúan inhibiendo la acción de algunas enzimas digestivas, por ejemplo, inhibidores de tripsina, los que actúan como pseudo sustrato de las enzimas, bloqueando su acción normal. (Schmdit Hebbel 1986). Cabe mencionar que estas sustancias se encuentran presentes en altas concentraciones en leguminosas crudas en rangos que van desde 1 a 3 gr/100 gr para los polifenoles y desde 180.000 a 300.000 UTI/gr (UTI: medida en unidades de actividad inhibitorio) (Deshpande 1982).

3.5.4 Características antimicrobianas y antiparadeantes.

Dentro de la información recabada se encontraron antecedentes de un estudio que evaluó la capacidad antimicrobiana de un extracto de cuesco en acetona. Se determinó que dicho extracto tenía un efecto antibacteriano sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *Aspergillus glaucus* y *Penicillium notarum* pero no presentó efecto sobre *E coli* y *Pseudomonas fluorescens*.

Un extracto similar, pero en eter de petroleo, actuó sobre *Mierococcus pyogenes* y *Sarcina lutea* pero no sobre *B subtilis* y *E coli*. El extracto usado en dichos experimentos fue crudo y no se aisló el compuesto causante de las inhibiciones..

Un estudio más reciente aisló una familia de 8 compuestos naturales que poseen largas cadenas alifáticas con un extremo insaturado y el otro altamente oxigenado. dichos

compuestos se ensayaron posteriormente con bacterias y levaduras (Neeman 1970). Los compuestos aislados fueron:

- a) 1,2,4 trihidroxi-n-heptadeca- 16-en
- b) 1,2,4 trihidroxi n heptadecano
- c) 1,2,4 trihidroxi - n- heptadeca 16yn (análogo acetilenico de (a))

Los organismos Gram (-) fueron poco inhibidos por una mezcla de estos compuestos, en tanto los Gram (+) fueron fuertemente inhibidos especialmente por el comp IV. Los resultados del estudio indicaron que el compuesto (a) inhibe totalmente la actividad bacteriana, el compuesto (e) tiene un efecto bacteriostático limitado y el compuesto (b) ninguno. Se determinó que la efectividad del compuesto (a) no disminuye con la temperatura.

Ensayos posteriores analizaron el efecto de un extracto acetónico sobre **Estafilococo dorado** (Gram+) y **E. coli** Grain verificándose inhibición sólo para **E. dorado**.

Dentro del mismo estudio se obtuvieron extractos de carozo por diferentes métodos, los cuales se utilizaron posteriormente para ensayos de efecto antimicrobiano y antipardeante. Todos estos extractos se probaron sobre bacterias, levaduras y hongos (**E. coli**, **Salmonella**, **S. aureus**, **S. cerevisiae**, **Mucor pusillus**). El único extracto que presentó poder microbicida fue el obtenido por molienda y prensado y solo sobre **S. aureus**.

El extracto obtenido al prensar precipita al dejarse en reposo, por lo cual se probó el efecto del líquido y del precipitado sobre el microorganismo, analizándose además los resultados con el líquido y precipitado hervido. Se determinó que la sustancia antimicrobiana se encontraba en el líquido sobrenadante y que no es termosensible. Además se concluyó que dicha sustancia no es totalmente soluble en solvente.

Para medir el posible efecto antipardeante de los extractos se preparó una solución 0,2 % de sólidos con cada uno de ellos, determinándose que existía menor pardeamiento inicial cuando se usó un extracto de macerado en agua a temperatura ambiente, pero en el tiempo el efecto antipardeante no se vio tan claro.

4. METODOLOGIA

4.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.

Frutos marcados del cultivar Fuerte y Hass, en la etapa final de su desarrollo, se cosecharon periódicamente, midiéndoseles en una primera instancia el porcentaje de humedad y el porcentaje de aceite según la metodología descrita por Olaeta y Undurraga (1995).

Posteriormente se procedió a medir la composición de ácidos grasos mediante cromatografía de gases según la metodología descrita por Metcalse, L.D; Schmitz y Pelka, J.R (Analytical Chemistry 38, 514-515. 1966). Para ello los frutos fueron pelados, rallados y homogenizados, pesándose 1,6 gr. de pulpa para colocarlos en un tubo con tapa rosca de 50 ml. Se agregó 8,0 ml de cloroformo y se agitó la mezcla por 5 minutos. Luego se agregaron 16 ml de metanol y se agitó la mezcla por otros 5 minutos, adicionándosele 8,0 ml de cloroformo para agitar el conjunto por 3 minutos más.

La mezcla se centrifugó y separó la fracción clorofórmica (fase inferior) con un gotario, colocándola en un balón previamente pesado. Al residuo contenido en el tubo se le añadieron 3 ml de cloroformo, para recuperar así todos los aceites y se agrega al balón previamente pesado. Se elimina el cloroformo en un rotavapor y se determinó el contenido de lípidos por diferencia de peso.

Esterificación

Al residuo contenido en el balón (lípidos totales) se le agregó 1 ml de hexano, luego se tomaron dos tubos de ensayos provisto de tapa rosca, en uno se colocaron 0,4 ml de la solución hexánica de lípidos y en el otro los 0,6 ml restantes, eliminando el hexano por arrastre con nitrógeno.

Se agregó 0,2 gr de NaOH y 5 ml, se sellaron los tubos con la tapa rosca y se colocaron en un baño de agua a ebullición, hasta que se disolvió el NaOH. Se enfrió y se le agregaron 3 ml de metanol/trifluoruro de Boro y se volvió a sellar. Se puso en baño de agua a ebullición por 30 minutos, se enfrió y se agregó 1 ml de hexano, se agitó y añadió 2 ml de agua saturada con NaCl y dejó separar la fase hexánica (superior). Se toman 2 μ l y se inyectaron en un cromatógrafo líquido de alta presión.

Cromatografía

Se uso un equipo Perkin Elmer modelo 3920 provisto de detector FID (250°C) y de una columna de 6 pie por 1/8 pulg. rellena con 5% de DEGS sobre chromosorb W lavado con ácido y silanizado de 100 mallas, calentada a 190°C y con un flujo de nitrógeno de 40 ml/min.

Para los análisis, se consideró realizar las mediciones de aceite solamente con aquellos frutos que tuvieran un grado de desarrollo avanzado, ya que por investigaciones anteriores se determinó que en frutos muy pequeños no hay desarrollo de materia grasa y los resultados no aportan antecedentes utilizables. Durante el primer año los análisis de contenido de aceite y humedad así como las determinaciones de los distintos tipos de ácidos grasos de las paltas del cv Hass se evaluaron solo en los meses de noviembre y diciembre, sin embargo como la maduración de estas paltas continua dentro de los primeros meses del año siguiente, su evolución se tomó con valores de los meses de enero, febrero y marzo del año siguiente. Igual cosa sucede en la temporada siguiente, que para este cv. parte en el mes de agosto de 1997 y termina en el mes de abril de 1998.

4.2 Congelación de paltas

4.2.1 Producción y evaluación de congelado de paltas en mitades y pulpa

Paltas de los cultivares Fuerte fueron cosechados en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso. con índice de madurez de 12% como promedio (10-13%) de aceite, lo que se alcanzó la última semana de octubre.

Los frutos fueron almacenados a temperatura ambiente para completar su periodo de ablandamiento, midiéndose regularmente la presión con un presionómetro de vástago 0,4 cm². Se considero que la fruta estaba lista para su procesamiento cuando la presión alcanzada fue inferior a 2,8 kg aproximadamente lo que se concretó 2 semanas después de la cosecha. Esta presión corresponde a la textura normal de consumo de palta fresca.

Los frutos fueron lavados en agua con hipoclorito de sodio con una concentración de 10 ppm, durante la segunda semana de septiembre de 1996, y luego procesados de acuerdo a los tratamientos en formas de mitades, cubitos y puré (Figura 4. 1).



Figura 4.1.- Diagrama de flujo utilizado.

Mitades y Cubos:

Las paltas fueron mondadas (pelada y descarozada) y trozadas en mitades, con cuchillos de acero inoxidable y luego sumergidas, segun el tratamiento, en soluciones con o sin antioxidantes y/o sal (Cuadros 4.1, 4. 2 y 4.3), durante al menos 5 minutos.

Cuadro 4.1. Niveles de sal y antioxidante utilizados en la inmersión de cubos y mitades.

Sal	2,5 % de sal
Antioxidante	0,8 % de ácido ascórbico 0,2 % de ácido cítrico

Cuadro 4.2. Caracterización de las soluciones de inmersión de los tratamientos presentados como mitades.

	sin sal	con sal	sin antioxidante	con antioxidante
T1		√		√
T2	√		√	
T3		√	√	
T4	√			√

Cuadro 4.3. Caracterización de las soluciones de inmersión de los tratamientos presentados como cubitos.

	sin sal	con sal	sin antioxidante	con antioxidante
T9		√		√
T10		√	√	
T11	√			√
T12	√		√	

Posteriormente, la mitad de la fruta así tratada fue envasada en bolsas de polietileno de baja densidad donde se colocaron 2 a 3 mitades en cada bolsa. La otra mitad de la fruta fue cortada en cubitos y envasada en cantidades de 300g por bolsa. Las bolsas de ambas presentaciones(mitades y cubos) fueron selladas, reemplazandose un 40 % de la atmosfera normal por una mezcla de gases que contenía 20 % de CO₂ y 80 % de N₂.

Posteriormente los tratamientos fueron congelados en tunel de aire forzado a -35 °C y luego almacenados a -18 °C, donde se evaluó cada tratamiento a los 0, 15, 30, 45 y 60 dias de almacenaje.

Pulpa:

La fruta procesada como puré fue pelada, descarozada y luego molida con un cedazo manual, después de lo cual se le adicionó una mezcla de antioxidante y/o sal previamente disueltos en agua destilada, según el tratamiento establecido (Cuadros 4.4 y 4.5.), y se envasaron en bolsas de polietileno de baja densidad en cantidades de 300 gramos aproximadamente por bolsa. Las bolsas fueron posteriormente selladas con un 40% de vacío sin aplicación de mezcla de gases y luego congelados en túnel de aire forzado a -35°C y almacenados a -18°C , donde se evaluó cada tratamiento a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de almacenaje.

A cada tratamiento y en cada periodo de almacenaje, se les midió diversos parámetros físico y químicos y sensoriales. Entre ellos se pueden mencionar la acidez medida por titulación con NaOH 0,1 N, pH y color medido con un colorímetro MINOLTA CR 100 donde los resultados se expresaron en valores Hunter a/b.

Entre los parámetros sensoriales, utilizando un panel de evaluación sensorial compuesto por diez panelistas se evaluaron los parámetros, aceptabilidad de color, sabor, aroma, textura y apariencia general.

También se caracterizó la materia prima utilizando los mismos análisis fisicoquímicos descritos para los tratamientos.

Cuadro 4.4. Niveles de sal y antioxidante utilizados en la pulpa de palta.

Sal	2,5 % de sal
Antioxidante	0,3 % de ácido ascórbico 0,3 % de ácido cítrico 0,1 % de benzoato de sodio

Cuadro 4.5. Caracterización de los tratamientos presentados como pulpa.

	sin sal	Con sal	sin antioxidante	con antioxidante
T5		√		√
T6	√		√	
T7		√	√	
T8	√			√

4.2.2 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.

El ensayo consistió en evaluar el comportamiento en congelado de la pulpa de palta Hass procesado como puré o en mitades.

Como es un sustrato rico en ácidos grasos insaturados con fuerte tendencia tanto a la rancidez oxidativa, como al pardeamiento enzimático debido a la presencia (de la enzima polifenoloxidasas (PPO), se hizo necesario el empleo de antioxidantes como: ácido ascórbico, ácido cítrico, EDTA y sal.

Los antioxidantes usados así como los métodos de congelado empleados, fueron seleccionados de los numerosos ensayos realizados con respecto al tema.

A continuación en los Cuadros 4. 6 y 4. 7 se detallan los tratamientos realizados a la pulpa de palta, ya seas para mitades como para puré. Para la identificación posterior se asignó la letra M para paltas en mitades y P para paltas procesadas en forma de puré.

Cuadro 4.6. Tratamientos de paltas en mitades.

Tratamientos	Antioxidantes
M1 (*)	Ácido Cítrico 2 %
M2	Ácido Ascórbico 0,8 %, Ácido Cítrico 0,2%
M3	Ácido Ascórbico 0,8%, Ácido Cítrico 0,2 % EDTA 0,035%

(*) M = Mitades

Cuadro 4.7. Tratamientos pulpa de palta en puré.

Tratamientos	Antioxidantes
P1(*)	Ácido Ascórbico 0,3%, Ácido Cítrico 0,6%
P2	Ácido Ascórbico 0,3 %, Ácido Cítrico 0,4%, Sal 2%
P3	Ácido Ascórbico 0,3%, Ácido Cítrico 0,4 % , EDTA 0,035%

(*) P = Puré

El material de trabajo fue obtenido en la Estación Experimental "La Palma", perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en La Palma, Provincia de Quillota V Región.

Los frutos provenían de árboles de 14 años de edad, regados por microaspersión y bajo fertilización normal. La cosecha se realizó en forma manual dejando intacto el pedúnculo, para ser almacenados en cámaras de refrigeración a 7°C hasta alcanzar la textura (expresada como resistencia a la presión), para ser procesados.

Los frutos para ser procesados fueron sometidos a los siguientes análisis:

-Resistencia de la pulpa a la presión:

Se midió en ambos costados del fruto removiendo previamente la piel en estos sectores. Se ocupó un presionómetro provisto de un vástago 7/16 pulgadas de diámetro. Cuando los frutos indicaron una presión de 0.9 kg, se consideraron con la característica de paltas maduras para consumo y poder ser procesadas (Ceballos, 1980).

-Contenido de humedad y aceite:

Para medir el contenido de humedad se utilizó el método gravimétrico, mediante la diferencia entre el peso fresco y peso seco. Consistió en pesar un trozo de pulpa y someterlo a estufa previamente molido, a una temperatura de 85°C hasta obtener peso constante, alrededor de 48 horas (AOAC, 1980). Para determinar el contenido de aceite, se tomaron gr de muestra deshidratada, la que fue sometida a la extracción de aceite con éter de petróleo en ebullición en un aparato Soxhlet (AOAC, 1980).

-Color:

Se utilizó un equipo Hunter Lab D-25 A optical sensor, el cual, descompone la luz blanca en los tres componentes básicos del color: rojo (X), verde (Y), azul (Z). El colorímetro realiza tres mediciones sobre la muestra y entrega el valor promedio de: X, Y y Z. El iluminante usado valor proviene de una lámpara de tungsteno.

-Acidez y pH:

La acidez fue medida mediante una titulación con NaOH 0.1 N. El pH se midió con pHMetro en forma directa sobre la solución de pulpa más agua destilada.

Elaboración de la pulpa en puré y en mitades :

Los frutos fueron procesados en los laboratorios del área de Industrialización y Postcosecha de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

En la elaboración de la pulpa tanto para mitades como para puré, se seleccionaron frutos libres de daño físico y microbiológicos. La remoción de la piel, extracción de la semilla y molienda, se realizó en forma manual.

Envasado y pesado :

Se pesó la totalidad de los frutos a procesar, luego se pasó por separado la pulpa y la semilla más la piel para luego determinar el rendimiento.

Tanto el puré como las mitades se envasaron en forma manual en bolsas de polietileno de 250 gr de capacidad, y posteriormente selladas.

Las repeticiones por tratamiento en cada modalidad fue de 12 bolsas..

Antioxidantes:

Con el fin de prevenir el pardeamiento enzimático y oxidaciones de las muestras se utilizaron como antioxidantes: ácido cítrico, ácido ascórbico, sal y EDTA.

Estos fueron mezclados o agregados en forma separados según tratamiento.

Los tratamientos agregados a la pulpa en mitades, implicó solo en sumergir por 15 minutos en estas soluciones de antioxidantes a los frutos.

Los tratamientos agregados a la pulpa como puré, fueron diluidos en 10 ml de agua destilada y agregados en forma homogéneas sobre la pulpa molida.

Congelado:

Se utilizaron dos formas de congelado mediante inmersión en nitrógeno líquido a -148°C durante 90 segundos como en cámara a -20°C (Cuadros 4.8 y 4.9).

Cuadro 4.8. Congelado de pulpa de palta en mitades y puré con nitrógeno líquido.

TRATAMIENTOS	
MITAD	PURÉ
NIT- M1	NIT - P1
NIT - M2	NIT - P2
NIT - M3	NIT - P3

Cuadro 4.9. Congelado de palta en mitades y puré en cámara.

TRATAMIENTOS	
MITAD	PURÉ
CAM - M1	CAM - P1
CAM - M2	CAM - P2
CAM - M3	CAM - P3

Almacenamiento:

Finalmente las muestras se mantuvieron en el congelador a -18°C durante 2 meses. Cada 20 días se realizaron análisis a las muestras en cuanto a: color, pH, acidez y evaluación sensorial.

La forma de descongelar las muestras correspondió a dos bolsas por forma de congelado en cada tratamiento, tanto para la pulpa en mitades o en puré.

Evaluación sensorial :

El producto se sometió a evaluaciones sensoriales con el fin de establecer en lo que se refiere a los siguientes ítems apariencia, color, textura y sabor de los diferentes tratamientos.

En las evaluaciones realizadas cada 20 días participó un panel constituido en cada oportunidad por 10 jueces, los que emitieron su juicio según pauta entregada (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10. Planilla de degustación de congelado de paltas.

APARIENCIA	Muy Buena Buena Regular Mala Muy mala
COLOR	Verde oscuro Verde claro Verde amarillento Café
TEXTURA	Suave Áspera Gruesa
SABOR	Gusta No gusta Desagrada Indiferente Extraño

OBSERVACIONES: _____

MUESTRA: _____

Diseño estadístico:

Se utilizó una adaptación del Test no paramétrico de Friedman. Dentro de cada ítem se asignaron rangos, para la correcta aplicación del test. Fue necesario ocupar un sistema en bloque, debido a la falta de entrenamiento de los panelistas empleados. Además cada

evaluación fue considerada en forma independiente, ya que, no se contó con los mismos panelistas en cada oportunidad

El análisis utilizado entrega el resultado del mejor tratamiento por evaluación realizada, según la aceptación de los panelistas.

4.2.3 Evaluación de congelado en palta (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.

El material de trabajo se obtuvo de la Estación Experimental La Palma, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en La Palma, Provincia de Quillota, V Región.

Los frutos fueron obtenidos desde árboles de las variedades Fuerte y Hass de 16 años de edad, regados por microaspersión, bajo fertilización normal, se escogieron cuatro por variedad, al azar, con producciones normales.

La cosecha de los frutos se realizó en forma manual, dejando intacto el pedúnculo. Se eligieron frutos de tamaño grande homogéneo, aproximadamente entre 200 gr, es decir, calibre 56, frutos libres de daño físico o microbiológico. Luego, fueron almacenados en cámara de refrigeración a 7°C hasta que alcanzaron una textura (expresada como resistencia a la presión entre 0,9 – 1,8 lbs), para iniciar su proceso en los laboratorios del área de Industrialización y Postcosecha de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Uno de los objetivos del ensayo consistió en evaluar el comportamiento de los cultivares Fuerte y Hass. Las paltas fueron procesadas con distintas dosis de antioxidantes, estos fueron : ácido ascórbico, ácido cítrico y sal. Además, las paltas se procesaron en dos formulaciones: como puré y cubos de 2 cm³. La metodología fue seleccionada de ensayos preliminares respecto al tema (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. Tratamientos de palta de las variedades Fuerte y Hass.

PULPA	P 1	Sin aditivos
	P 2	Ácido ascórbico 0,2 % + ácido cítrico 0,3 % + sal 2,0 %
CUBOS	C 1	Ácido ascórbico 0,5 % + ácido cítrico 0,5 %
	C 2	Ácido ascórbico 1,0 % + ácido cítrico 0,5 %

Elaboración de la pulpa : Para ambas formulaciones, a los frutos se les eliminó la piel y extrajo la semilla. Para el puré la palta se molió, mientras que para los trozos, el fruto fue cortado en rodajas de igual grosor.

- Adición de antioxidante : Para cada uno de los tratamientos se hicieron tres repeticiones, por lo que se trabajó con volúmenes de 750 gr en cada tratamiento los que contenían en el caso del puré :

- Pesado y envasado: En ambas formulaciones se envasó en bolsas de polietileno de gr cada una, las que fueron selladas inmediatamente.

- Congelado y Almacenado. Las bolsas con las pulpas se llevaron a una cámara de congelado mantenida a -20°C , donde permanecieron hasta completar un período de dos meses.

Se realizaron los siguientes análisis:

-Humedad .

Para medir el contenido de humedad se utilizó el método gravimétrico, mediante la diferencia entre el peso fresco y peso seco.

- Contenido de aceite:

Para determinar el contenido de aceite en forma directa, se realizó una extracción de aceite con éter de petróleo en ebullición, según el método Soxhlet.

La determinación del contenido de aceite se realizó cada diez días desde el 20 de junio, mediante el método gravimétrico, hasta alcanzar niveles cercanos a 10 % de aceite; desde entonces, se realizaron ambos análisis, el gravimétrico y el Soxhlet, con el fin de obtener datos más exactos. Estos análisis se repitieron hasta llegar a un nivel alrededor de 12 - 14 % aceite en los frutos, cuando se produce la cosecha para todas las dos variedades, Fuerte y Hass. Se usó este parámetro de acuerdo a los resultados de Rojas (1987), quien determinó estos niveles en el contenido de aceite, o rangos de madurez, como los más adecuados para obtener una pulpa congelada de buena calidad.

- Color:

Se midió con un colorímetro marca Minolta, modelo CR-200, que trabaja con el sistema Hunter, notación $L^* a^* b^*$ para determinar esta característica, al inicio del proceso Y durante las evaluaciones cada 20 días por un lapso de dos meses en cada una de las variedades.

- Acidez:

La acidez fue medida mediante la titulación con NaOH 0.2 N a través de la cual se midió el volumen de NaOH ocupado hasta llegar a un pH de 8.2. El pH se determinó tanto al inicio del proceso como durante las evaluaciones cada 20 días, por un lapso de 2 meses, en cada una de las variedades.

Evaluaciones:

Las evaluaciones se realizaron cada 20 días, a partir del día de la elaboración de la pulpa. En cada una de ellas, y para todas las variedades, se retiraron de la cámara de congelado un

total de 3 muestras por cada tratamiento, con el fin de realizar un análisis sensorial, de pH acidez y color.

El análisis sensorial se refiere a variables cualitativas como apariencia externa, color, sabor y olor de los distintos tratamientos. Para realizar esta evaluación participó un panel constituido por diez jueces, los que evaluaron con calificaciones de 1 a 3, donde el número 1 indica el mayor grado de aceptación, y el 3 indica el menor.

Diseño Estadístico:

Para el análisis de, variables cuantitativas como pH y acidez de la pulpa, se utilizó un modelo Completo al azar con arreglo factorial (4×4), con tres réplicas, de la siguiente forma :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + F_j + T_{fij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde :

Y_{ijk} = variable aleatorio respuesta (pH, acidez)

μ = media general

T_i = i-ésimo tratamiento

F_j = j-ésima fecha de evaluación

T_{fij} = interacción entre los tratamientos y fechas

ε_{ijk} = error aleatorio $\sim N(0, \sigma^2)$

Hipótesis:

a) $H_0 : T_i = 0$ (No hay diferencia entre los tratamientos)

b) $H_0 : F_j = 0$ (No hay diferencias entre fechas)

c) $H_0 : T_{fij} = 0$ (No hay diferencias entre las interacciones).

Estadístico de prueba

$\frac{F = CM(\text{Factor})}{CM(\text{Error})} \sim F(glf; gle)$

Se rechaza la hipótesis H_0 , si el estadístico de prueba es mayor que el valor de la tabla de Fisher al 5 % $F_{0,95}(glf; gle)$, con glf. : grados de libertad del factor y gle. : grados de libertad del error. De existir diferencias significativas entre tratamientos, fechas o de la interacción entre los factores, se utiliza el test de comparación de medias de Tukey al 5 %.

Para el análisis de las características organolépticas, se utilizó un test de Freedman, el cual plantea la siguiente hipótesis :

H_0 = Los tratamientos son igualmente preferidos

H_1 = Existe, por lo menos, un tratamiento distinto.

Se rechaza la hipótesis nula, si el valor del Estadístico de Prueba es mayor que el valor tabulado de la Distribución $\chi^2_{0,95(t-1)} = 3.84$.

4.2.4 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (*Persea americana* Mill) cv. Hass, en mitades.

El material de trabajo se obtuvo de la Estación Experimental La Palma, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en Quillota, Vª Región.

Procesamiento:

Se llevaron a cabo dos ensayos y en ambos el material se trabajó en mitades con y sin cáscara, con y sin carozo y en el mismo envase. Este último correspondió a una bandeja de PVC en la cual se ubicaron dos mitades de palta, envuelta con film de PVC retráctil y luego en una bolsa de polietileno transparente, todo lo cual se selló al 10% de vacío.

El procesamiento y almacenaje se realizó en el Laboratorio de Industrialización y Postcosecha de la Facultad de Agronomía.

4.2.4.1 Subensayo N° 1:

Se realizó el 5 de enero de 1988 y en el se utilizaron frutos de 2 y 4 lb de resistencia de pulpa a la presión. Para ambos grados de madurez se utilizaron frutos con y sin carozo, con y sin cáscara y con y sin antioxidante en todas sus combinaciones, destinando una mitad del material a almacenaje refrigerado y la otra a congelado, lo que da un total de 32 tratamientos para cada uno de los cuales se utilizaron dos réplicas (Figura 4.4).

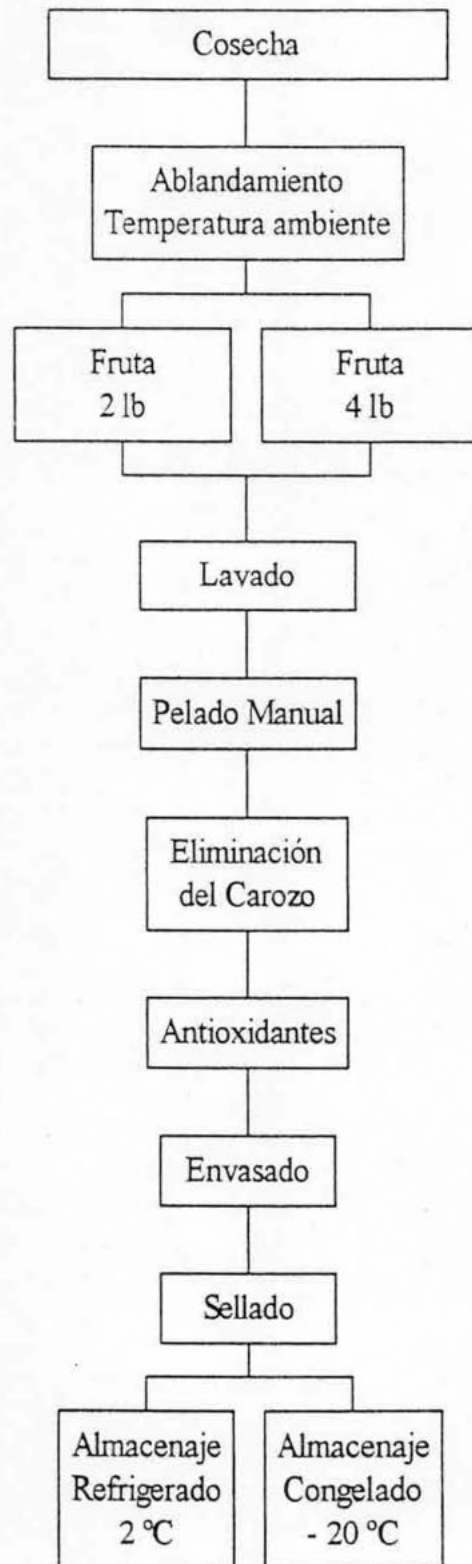


Figura 4.4.. Línea de procesamiento del subensayo N° 1.



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
DIRECCION DE INVESTIGACION

110620
Santiago, agosto 31 de

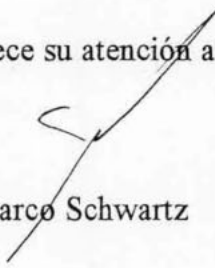
1995-1998

Señora
Francine Brossard L.
Directora Ejecutiva (S)
FIA
Presente

De mi consideración:

Tengo el agrado de adjuntar tres ejemplares del informe final y dos del informe financiero del proyecto "Transformación industrial de la palta" que fue ejecutado conjuntamente con la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Agradece su atención a esta y la saluda atentamente,


Dr. Marco Schwartz

El lavado, pelado, partidura, extracción de carozo y envoltura se realizaron manualmente, mientras el sellado al vacío se realizó en un sellador especial utilizando un 10% de vacío.

El antioxidante utilizado fue una solución al 0,2% de ácido ascórbico más 0,2% de ácido cítrico, en la cual se sumergieron las mitades de palta de los tratamientos correspondientes durante 15 minutos.

El almacenaje refrigerado se llevó a cabo en cámara de mantención a 4 °C durante 20 días y el almacenaje congelado se realizó en túnel de congelado a -20 °C durante 30 días.

4.2.4.2 Subensayo N° 2 :

Éste se efectuó el día 23 de febrero de 1988 y en él se utilizaron paltas con sólo un nivel de madurez correspondiente a 4 lb de presión, con y sin carozo, con y sin cáscara, con y sin salmuera, con y sin antioxidante y almacenados con y sin luz lo cual da un total de 32 tratamientos, con dos réplicas cada uno.

Al igual que en el primer ensayo el procesamiento se realizó manualmente y la solución antioxidante correspondió a una mezcla de ác. ascórbico y cítrico, cada uno al 0,2%, en la cual se sumergieron las mitades de palta correspondientes durante 15 minutos.

La salmuera se aplicó previamente al antioxidante a través de inmersión de las mitades en una solución de NaCl al 40%, durante 10 minutos.

El almacenaje se realizó en cámara de mantención a 4 °C por 20 días y durante éste la ausencia de luz requerida para ciertos tratamientos se logró envolviendo las bandejas, ya selladas al vacío, en bolsas negras de polietileno.

Evaluaciones :

Los momentos de evaluación para el primer ensayo corresponden a los 20 días después del ingreso a cámara, en caso del almacenaje refrigerado, y a 30 días en caso del congelado. Para el segundo ensayo sólo se utiliza almacenaje refrigerado por lo tanto la evaluación correspondiente se realiza una vez cumplidos los 20 días de almacenaje.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

-Acidez

La acidez de la pulpa se determinó mediante una titulación con NaOH 0,2 N en la cual se midió el volumen de NaOH ocupado hasta llegar a un pH de 8.2.

-Textura

Para su medición se utilizó un viscosímetro, con el cual se determinó la velocidad de avance de una mezcla de una parte de pulpa y media parte de agua destilada (en volumen) en un

tiempo de 20 minutos. Además se consideraron observaciones sensoriales de degustación y tacto.

-Pardeamiento

Se midió a través de la observación de la intensidad y nivel de cubrimiento de una coloración café-rojiza en la pulpa y oscurecimiento de haces vasculares, asignando a cada tratamiento algún nivel en base a la escala que se presenta en el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12. Niveles de pardeamiento para la evaluación de este parámetro en paltas congeladas o refrigeradas, en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara

NIVEL	GRADO DE PARDEAMIENTO
0	Nulo
1	Leve
2	Medio
3	Alto

-Sabor

Se midió a través de la degustación de una muestra de cada tratamiento, asignando a ellos algún nivel en base a la escala que se presenta en Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Niveles de sabor para la evaluación de este parámetro en paltas congeladas o refrigeradas, en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara

NIVEL	SABOR
1	Desagradable
2	Aceptable
3	Agradable

-Apariencia General

Se midió a través de observaciones y se determinó para cada tratamiento en base a la escala que se presenta en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14. Niveles de apariencia general para la evaluación de este parámetro en paltas congeladas o refrigeradas, en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara

NIVEL	APARIENCIA GENERAL
1	Mala
2	Aceptable
3	Buena

4.3 Deshidratación Osmótica

Materiales

Se utilizó palta (*Persea americana* Mill) cv Fuerte proveniente de Santa Ana de Chena, Maipú, Santiago. Las paltas fueron cosechadas entre los días 30 de mayo y 15 de julio, y se utilizaron cuando alcanzaron una presión entre 3,5 y 4,4 lbf.

Los solutos que se usaron para elaborar las soluciones osmóticas fueron maltodextrina (DE = 18-22) y NaCl. Se prepararon tres soluciones diferentes:

- Solución de NaCl 20% p/v (a_w : 0,84).
- Solución de maltodextrina 60% (a_w : 0,92).
- Solución de NaCl y maltodextrina al 10 y 50% (a_w : 0,81), respectivamente.

El pH de las soluciones se llevó a 2 mediante la adición de ácido ortofosfórico, pues se determinó previamente en un ensayo que con este valor era posible disminuir el pH de la palta hasta aproximadamente 4,5. Esto debería aumentar la estabilidad microbiológica del producto final.

Método

Este estudio se realizó según el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 4.5. La fruta se lavó con agua clorada (20 ppm de cloro libre), luego se mondó, se partió por la mitad (longitudinalmente) y se le extrajo la semilla. Se procedió a trozar cada mitad en semilunas de un espesor de 1 cm cada una. Todo esto se hizo en forma manual.

Los trozos se sumergieron durante 20 minutos en una solución antioxidante de ascorbato de sodio (1,5%) y ácido ortofosfórico (1%).

La deshidratación osmótica se realizó durante seis horas, sumergiendo completamente los trozos en las diferentes soluciones hipertónicas. El ensayo se realizó a temperatura ambiente (18-22°C) para no dañar el producto.

Luego de la deshidratación, la fruta se dejó escurrir unos cinco minutos y se trituyó. Esta pulpa se envasó al vacío en bolsas de polietileno. Las bolsas se almacenaron a temperatura ambiente, de refrigeración y de congelación (-22°C) con el fin de observar como evolucionaba el color.



Figura 4.5. Proceso de deshidratación osmótica de la palta.

Análisis realizados en la deshidratación osmótica

- Resistencia a la presión

Se midió con un presionómetro usando el émbolo de 5/16 pulgadas (Peralta, 1977). Esto se ensayó varias veces antes de iniciar el estudio con el fin de adquirir la destreza suficiente como para realizarlo manualmente, sin el instrumento, ya que es un método destructivo y no se podía aplicar a los frutos que se iban a someter al tratamiento.

- Color de la pulpa

Se midieron los parámetros L^* , a^* y b^* con un colorímetro Minolta CR-200 b. El parámetro L^* mide la luminosidad o brillo y varía entre 0 (negro) y 100 (blanco); el parámetro a^* mide

la intensidad del rojo (cuando es positivo) y del verde (cuando es negativo) y el parámetro b^* mide la intensidad del amarillo y azul (cuando es positivo o negativo, respectivamente).

- Peso de la fruta

Se determinó con una balanza de precisión electrónica, al iniciar y finalizar el proceso, y durante éste, cada una hora.

- Contenido de aceite

Se determinó usando el extractor de Soxhlet (con éter de petróleo), al iniciar y finalizar el proceso. La extracción duró dos horas (Lewis et al, 1978).

- pH

Se midió con un pHmetro marca Hanna-HI 8417, al iniciar y finalizar el proceso.

- Actividad de agua (a_w)

Se determinó con un medidor a_w -Wert/Messer marca Lufft. Las mediciones se realizaron al iniciar y finalizar el proceso.

- Contenido de humedad

Se determinó con ayuda de una estufa a presión atmosférica a 105°C durante 24 horas.

- Sólidos totales

Se calcularon por diferencia entre 100 y el porcentaje de humedad de la fruta fresca.

- Sólidos solubles

Para la determinación de sólidos solubles se pesó una cantidad de fruta en una balanza analítica, se agregó agua destilada a 100°C y se homogenizó. Una vez enfriado este homogeneizado, se pesó y se midieron los sólidos solubles con un refractómetro manual de Kyowa optical Co., Ltd., modelo H-1A. La concentración de la muestra original se calculó de acuerdo a la dilución realizada (Sepúlveda, 1995). Esta medición se realizó durante el proceso, cada una hora, y se expresó en °Brix con el fin de estandarizar la medición cuando se utilizó NaCl como soluto en la solución hipertónica.

- Humedad residual

Se determinó por diferencia entre el peso de la fruta al muestrear y el peso luego del secado en estufa a 105°C durante 24 horas. El secado de muestras se realizó durante el proceso, cada una hora.

- Pérdida de peso (PP):

Se calculó por diferencia entre el peso inicial de la fruta y el peso en el momento del muestreo, para cada hora. Se expresó en porcentaje:

$PP = Pt / Po * 100$, donde

Pt: Peso al momento de muestrear (g).

Po: Peso inicial (g).

- Pérdida de agua (PA)

Se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación, para cada hora:

$$PA = (H * M) - (H_1 * M_1) / M, \text{ donde}$$

M: Peso inicial de la fruta (g).

M₁: Peso de la fruta, luego de la osmosis (g).

H: Humedad inicial de la fruta (%).

H₁: Humedad de la fruta, al muestrear (%).

- Sólidos solubles ganados (SG)

Se calcularon de acuerdo a la siguiente ecuación, para cada hora:

$$SG = (M_1 * S_1) - (M * S) / M, \text{ donde}$$

M: Peso inicial de la fruta fresca (g).

M₁: Peso de la fruta, luego de la osmosis (g).

S: Sólidos solubles iniciales de la fruta (°Brix).

S₁: Sólidos solubles de la fruta, al muestrear (°Brix).

- Análisis sensorial

La palta deshidratada osmóticamente, proveniente de los dos tratamientos con maltodextrina, fue reconstituida a su contenido de humedad inicial y se le determinó la aceptabilidad y sus atributos de calidad (apariencia, color, aroma, acidez, dulzor, astringencia, salado, fibrosidad, amargor y sabor).

La aceptabilidad se determinó a través del método de la Escala Hedónica con un panel no entrenado, constituido por 24 personas. Para la calidad se usó el método de Scoring y un panel entrenado constituido por 12 personas (Araya, 1990). El tratamiento de NaCl 20% no se evaluó debido a su intenso gusto salado. Se evaluó además una tercera muestra (testigo), correspondiente a una pulpa de palta recién elaborada, sin ningún aditivo.

- Diseño experimental y análisis estadístico

Durante la DO se realizaron tres tratamientos:

T1: Solución osmótica compuesta por NaCl 20%.

T2: Solución osmótica compuesta por maltodextrina 60%.

T3: Solución mixta de NaCl al 10% y maltodextrina 50%.

Para el análisis de los tratamientos, se usó un diseño completamente aleatorizado. El agente osmótico fue el factor estudiado, y se realizaron seis repeticiones por tratamiento.

Los resultados del ensayo se sometieron a un análisis de varianza y en caso de existir diferencia estadísticamente significativa se utilizó el test de comparación múltiple de Duncan.

4.4 Osmocongelación

Durante al almacenamiento de las paltas deshidratadas por osmosis se realizaron los siguientes controles analíticos

- Actividad de agua (a_w)

Se determinó con un medidor a_w -Wert/Messer marca Lufft. Las mediciones se realizaron al iniciar y finalizar el proceso.

- Contenido de humedad

Se determinó con ayuda de una estufa a presión atmosférica a 105°C durante 24 horas.

- Sólidos solubles

Para la determinación de sólidos solubles se pesó una cantidad de fruta en una balanza analítica, se agregó agua destilada a 100°C y se homogenizó. Una vez enfriado este homogeneizado, se pesó y se midieron los sólidos solubles con un refractómetro manual de Kyowa optical Co., Ltd., modelo H-1A. La concentración de la muestra original se calculó de acuerdo a la dilución realizada (Sepúlveda, 1995). Esta medición se realizó durante el proceso, cada una hora, y se expresó en °Brix con el fin de estandarizar la medición cuando se utilizó NaCl como soluto en la solución hipertónica.

- Contenido de sal

Para determinar el contenido de sal se utilizó la misma técnica que para la determinación de sólidos solubles, midiendo con un refractómetro manual marca Atago S-28 salino y se expresó en g/100g.

- pH

Se midió con un pHmetro marca Hanna-HI 8417, cada 20 días.

- Índice de peróxidos

Se determinó por liberación de yodo a partir de una solución de yoduro potásico en ácido acético glacial (Mehlenbecker, 1970).

- Color

Se utilizó el colorímetro de discos Munsell, con la siguiente combinación de discos:

- | | |
|------------|---------------|
| - Verde5 | GY 6/8 |
| - Amarillo | 5 Y 6/8 |
| - Blanco | N 7/ |
| - Plomo | N 3/ |
| - Negro | N 1/ (glossy) |

- Diseño experimental y análisis estadístico

En el almacenamiento de la palta DO congelada se realizaron tres temperaturas de almacenaje.

T1: Temperatura ambiente

T2: Temperatura de refrigeración (4°C)

T3: Temperatura de congelación .

Para el análisis de los tratamientos, se usó un diseño completamente aleatorizado realizándose cuatro repeticiones por tratamiento.

Los resultados del ensayo se sometieron a un análisis de varianza y en caso de existir diferencia estadísticamente significativa se utilizó el test de comparación múltiple de Duncan.

4.5 Deshidratación por atomización

4.5.1 Procesamiento del fruto

Durante el estudio se realizarán pruebas de secado spray de la pulpa a nivel piloto. Las condiciones de procesamiento estarán dadas por la información recopilada en los antecedentes bibliográficos. En principio estas condiciones serían las siguientes:

- Pretratamientos.

La materia prima recibirá un lavado inicial, para luego proceder a su descascarado y descuescado en forma manual. La pulpa entera será triturada mediante el uso de una pulpadora y luego será homogenizada en un equipo apropiado, previa adición de agua.

Se estudiará si es necesaria para la calidad del producto la adición a la pulpa de sustancias coadyuvantes, acidulantes y antioxidantes, las cuales podrían agregarse al agua de dilución.

- Secado por atomización.

Las experiencias de secado por atomización se efectuarán en un equipo Niro Atomizer, modelo Production Minos Spray Dryer. Este es un equipo convencional de cámara cilindro-cónica y flujos de aire y producto atomizado descendente y en paralelo. El aire para el secado es succionado por un ventilador-extractor centrífugo y atraviesa el sistema de calefacción constituido por una batería de resistencias eléctricas e ingresa tangencialmente en la parte superior de la cámara de secado (Figura 4.6).

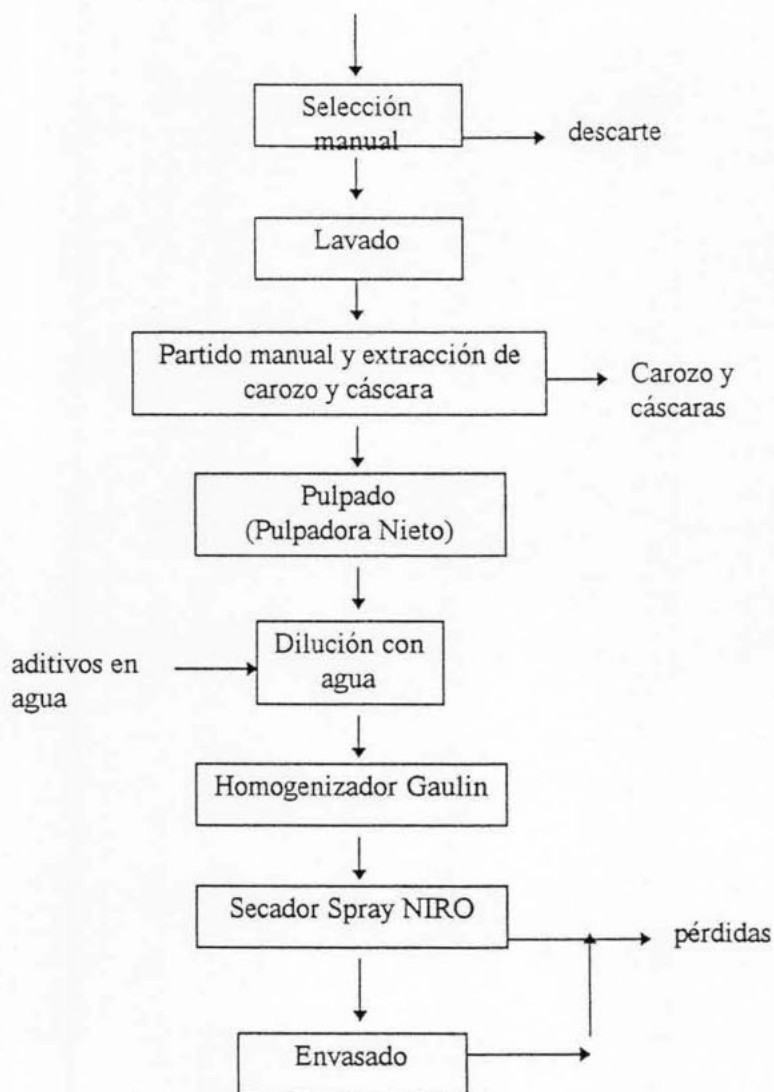


Figura 4.6 Esquema de proceso secado por atomización

Se realizó un primer ensayo de obtención de pulpa en polvo con palta variedad Fuerte grado II. El primer ensayo no consideró el uso de aditivos, ya que en base a las condiciones del producto obtenido se establecerá si es necesario agregar algún tipo de aditivo y su concentración. En principio se logró un producto de buen color verde que no presenta aglomeración, con aroma característico a la fruta.

4.4.2 Condiciones óptimas de secado por atomización

Se determinó el rendimiento del proceso y se evaluaron los balances de masa respectivos, así como las características del producto.

Durante las primeras experiencias se determinó el efecto de las variables del proceso: Temperatura de entrada y salida del aire y caudal de alimentación de la pulpa de palta. En un primer ensayo, se utilizaron los datos de referencia establecidos en un estudio anterior para estos parámetros (CORFO 1979)

Además, se estudió el efecto de la adición a la pulpa de sustancias coadyuvantes, acidulantes y antioxidantes con respecto a la calidad y estabilidad del producto final, las cuales podrían agregarse al agua de dilución.

El producto seco obtenido en cada caso se evaluó en base a la humedad residual, color del polvo, facilidad de reconstitución, grado de pardeamiento, índice de peróxidos, aceptación sensorial y características microbiológicas.

4.4.3 Estabilidad en el almacenamiento del puré de palta deshidratado.

Para determinar la estabilidad de la palta atomizada se realizaron ensayos comparativos de almacenamiento de muestras deshidratadas.

Cada muestra del producto en polvo se envasó y se almacenó a temperatura ambiente y bajo refrigeración (0°C) durante un período de uno a dos meses, efectuándose periódicamente controles analíticos para conocer su estabilidad.

En principio se había establecido el envasar el producto con gases inertes o a vacío, pero debido a los resultados que se fueron generando, en los cuales se determinaron problemas organolépticos y altos valores de índice de peróxidos en el producto recién elaborado, se optó en esta primera etapa por envasar en condiciones normales para verificar si existía algún efecto notorio en el tiempo. Para el envasado se utilizaron bolsas de polietileno transparente y bolsas de tipo metalizado.

4.5 Utilización del Carozo

4.5.1 Elaboración de extruidos

- Caracterización de los carozos

Dentro de los objetivos del presente estudio se encuentra la caracterización del carozo y sus posibles usos, se realizó un análisis proximal del carozo, diferenciando evaluar la composición de la cáscara externa del carozo y el corazón compacto. Además se determinó el contenido de almidón del material, para verificar la factibilidad de que sea fácilmente extruible.

- Procesamiento de los carozos

Se estableció realizar pruebas de procesamiento del carozo de palta por medio de extrusión, para lograr obtener un producto extruido o peletizado que podría servir comobase para alimentación de ganado. Para ello se desarrolló el siguiente procedimiento:

- Preparación del carozo

Lavado de carozos obtenidos luego de separar la pulpa (parte de ellos fue almacenado en cámara de frío a 0°C para su conservación hasta el momento de utilizarlos)

Secado preliminar de los cuescos enteros por 2 a 3 horas en un secador con circulación de aire caliente a 65°C.

Triturado y molienda de los carozos en molino de discos

Secado final en secador con circulación de aire por 2 a 3 horas a 65°C

Observaciones: luego de la molienda, queda un producto granulado, tipo grits de maíz, de color café rojizo. La cascarilla externa no se muele totalmente, pero al ser extruida posteriormente se disgrega totalmente

- Extrusión de los carozos

Se realizaron dos pruebas de procesamiento con 4 y 10 Kg. de carozo seco y molido respectivamente. En la primera prueba se realizó una mezcla de carozo y maíz en proporción 40 - 60% para completar los 10 kilos de materia prima (límite inferior nominal para la buena operación del extrusor. Las pérdidas de material en el equipo no superan el 5 %. Para la extrusión se utilizó un equipo de extrusión piloto marca Wenger X20. En ambos casos se obtuvo un producto de buena apariencia y grado de adhesión.

De acuerdo a los resultados del procesamiento previo, se determinó que la humedad del carozo disminuía desde un 50% promedio hasta un 6 % con el secado. Lo que significa que de cada Kg de carozo fresco se pueden obtener aproximadamente 0,5 Kg. de carozo molido.

El diagrama de flujo del proceso se presenta en la Figura 4.7.

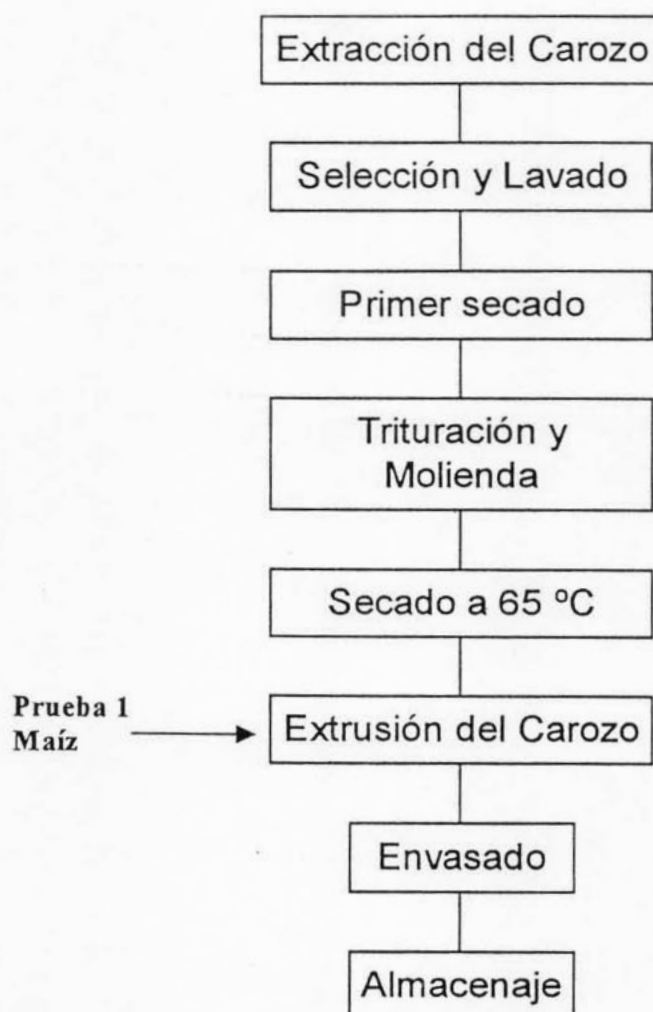


Figura 4.7 Diagrama de flujo proceso utilización del carozo

- Otras Determinaciones

Debido a que existen antecedentes sobre la posible presencia de principios antinutricionales en los carozos, lo cual afectaría su potencial como fuente de alimento para animales, se analizó el producto seco y el producto ya extruido, para verificar, en primer lugar, su posible presencia, y en segundo lugar, si estos elementos son destruidos por el proceso de extrusión.

4.5.2 Evaluación del Carozo de Paltas Cv Fuerte y Hass en dos estados de Madurez

Paltas de los cultivares Hass y Fuerte cosechados con dos estados de madurez, inmaduras y maduras, determinados por nivel de aceite (Cuadro 4.16) fueron cosechadas y sus carozos extraídos y lavados con agua corriente. Posteriormente éstos se dejaron escurrir y se secaron a temperatura ambiente.

Cuadro 4.16. Estados de Madurez de paltas Fuerte y Hass para la obtención del carozo

	% de aceite	Fecha
Hass Inmadura	5,1	6 mayo
Hass Madura	19,5*	12 marzo
Fuerte Inmadura	3,23	6 abril
Fuerte Madura	13	1 julio

*Corresponde a palta de la temporada 1997/98

Una vez seca, la muestra de cada cultivar, se dividió en cuatro partes de 2 kilos cada una y se molieron en un molino de martillos, para posteriormente ser analizadas. Se les determinaron los siguientes parámetros: humedad (A.O.A.C.1980); proteínas, para lo cual se utilizó la metodología de Kjeldhal donde el porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplicó por 6,25 (A.O.A.C. 1980); cenizas (A.O.A.C.1980); Extracto etéreo (A.O.A.C.1980); Extracto No Nitrogenado (Carbohidratos Totales) (A.O.A.C.1980) y fibra (A.O.A.C. 1980).

5. RESULTADOS

5.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.

Fuerte

Se determinó que durante la formación del fruto existen variaciones entre el contenido de aceite y el % de humedad, siendo en un comienzo relativamente alto el % de humedad y bajo el aceite.

Sin embargo de un año a otro, los valores, aunque mantienen una cierta proporcionalidad entre ellos, dada por la forma de medición, varían en forma visible. Así en el mes de agosto de 1996, cuando la palta fuerte estaba en su momento optimo, tenia un valor de 72,6% de humedad y uno de 16% de aceite.

Esta proporción es aproximadamente el doble de la que se observo en el mismo mes de agosto de 1997, fecha en que el nivel de humedad era de 78,75% y el de aceite de solo un 9,5%. Esta situación podría ser atribuida a que hasta el mes de agosto de 1996 se vivieron periodos de sequía importante, con baja pluviometría, lo que habría dado un menor porcentaje de humedad con un consiguiente adelanto en obtener el porcentaje de aceite y además con una mayor concentración de este ultimo. (Cuadro 5.1.)

Durante el año 1997, en los meses de julio y agosto la situación fue inversa toda vez que las lluvias se presentaron en esas fechas provocando baja en la temperatura y aumentos de la humedad en el suelo y el ambiente, razón por la que se podría aducir que la disminución de la humedad fue mas lenta generando un atraso en la maduración de las paltas. No obstante el nivel de aceite que alcanzó la palta fuerte en ese año es equivalente al nivel de aceite de todos los años, lo que respalda la tesis de que solo sufrió un retraso en su madurez. (Figura 5.1)

Durante 1998, el 1° de julio muestra un nivel de humedad menor a agosto de 1997 con un 75,6%, pero de igual tenor al 1° de julio de 1996, que presentó un 74,6% de humedad y un 13,8% de aceite, mientras que el 1° de julio de 1998, el porcentaje de aceite es de 12,8 %. Esta situación hace prever que el nivel de aceite, durante la presente temporada, seguirá una tendencia similar al año 96, siendo también similares las condiciones de sequía y temperaturas en ambos periodos.

Cuadro.5.1. Evolución del porcentaje de humedad y aceite en paltas cv. Fuerte durante tres años.

Fecha	% aceite	%humedad
01-Jul-96	74,67	13,79
17-Jul-96	75,09	13,35
14-Ago-96	72,59	15,98
26-Ago-96	68,66	20,11
12-Sep-96	67,29	21,55
26-Sep-96	68,70	20,07
06-Nov-96	59,94	29,28
18-Nov-96	67,51	21,32
05-Dic-96	67,99	20,82
06-Ago-97	82,40	5,65
20-Ago-97	78,75	9,49
26-Ago-97	79,90	8,28
22-Sep-97	76,65	11,70
20-Dic-97	63,60	25,43
21-Ene-98	86,10	1,76
12-Mar-98	85,05	2,87
06-Abr-98	84,70	3,23
06-May-98	78,75	9,49
01-Jul-98	75,60	12,81

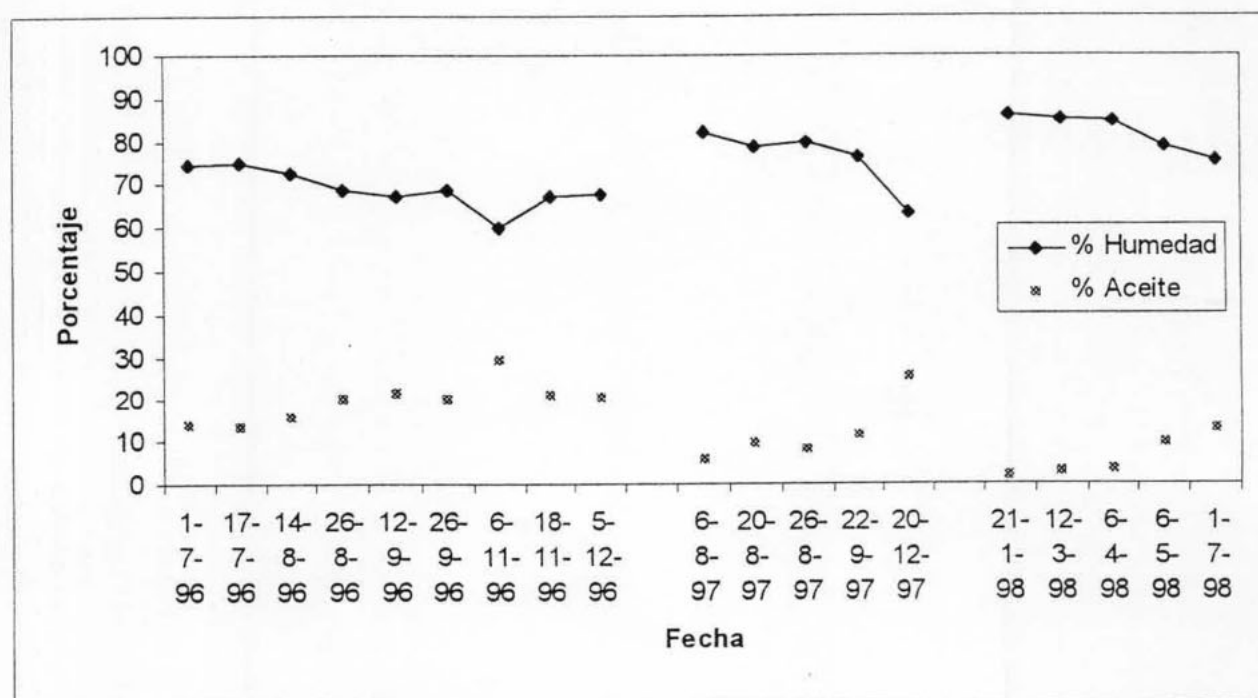


Figura. 5.1 Evolución del porcentaje de aceite y humedad durante 3 años en cv. Fuerte

Referente a la caracterización de los aceites durante las tres temporadas, en el caso de palta Fuerte, se pudo apreciar que durante la formación y maduración del fruto, el ácido graso predominante es el oleico con cifras que en general superan el 50%. Con niveles inferiores se aprecia el ácido palmítico, igual o levemente inferior al 10% y el ácido linoleico, que se encuentra en niveles cercanos al 8%, siendo estos tres ácidos grasos los predominantes en el aceite de paltas cv. Fuerte cosechados en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, V Región de Chile, durante los tres años que duró la presente investigación. Los ácidos grasos palmitoleico y linolenico que también fueron medidos en la presente investigación, se encuentran en menor proporción durante el desarrollo de la fruta, en tanto que el ácido estearico, como se aprecia en el Cuadro 5.2., aparece solo en determinados momentos de la evolución de la palta.

Se puede ver en la Figura 5.2. que el mayor porcentaje de ácido oleico, se obtiene entre el mes de agosto y septiembre de cada año, incrementándose con el crecimiento de la fruta y decayendo hacia fines del período.

El linoleico, por su parte, que es alto en los períodos de formación declinando hacia la madurez. El linolénico parece estar en mayor proporción en las etapas iniciales de la fruta ya que va aumentando en épocas que van entre mayo y julio.

La presencia de palmitico que es constante durante la formación del fruto no parece variar en tanto que la presencia del palmitoleico y estearico es errática y no parece seguir una tendencia clara en su evolución, sino más bien respondería a otras variables como probablemente exposición en el árbol, tamaño de la fruta, además de la época de evaluación, lo que no permite señalar una tendencia clara al respecto.

En todo caso los valores de 63,4% encontrados en esta investigación, el año 1996, y de 69,52 % el año 1998, para el ácido oleico en los momentos de cosecha, establecido por un porcentaje de aceite superior a un 11% en palta Fuerte, son inferiores a aquellos reportados por la literatura, en tanto que el año 1997 el 76,99% fue ampliamente superior a los reportados por la literatura. G. Parodi. M. 1996; trabajando con palta Fuerte producida en Perú, señala niveles promedio a la cosecha de 72,8% de ácido oleico, 12,2 % de ácido palmítico y 8,6 % de ácido linoleico.

En el caso del ácido palmítico estos valores de Parodi (1996) son superiores a los encontrados en la presente investigación el año 1996 (9,63%) y el año 1997 (10,96%), en tanto que los valores de julio de 1998 señalan valores superiores (15,77%). Para el caso del ácido linoleico, todos los valores encontrados fueron superiores a los reportados por dicho investigador. Este mismo autor señala que existe una evolución negativa del ácido oleico entre el momento de cosecha y el de consumo, encontrando que en este último momento el nivel promedio del ácido oleico había bajado a 69,9 %, mientras que el del ácido palmítico había subido a niveles de 13,9% al igual que el linoleico que llega a un 10,2%.

Cuadro 5.2. Evolución del porcentaje relativo de ácidos grasos en el aceite de paltas cv Fuerte

Fecha	ác.palmítico	ác.palmitoleico	ác.esteárico	ác.oleico	ác. linoleico	ác. linolénico
1-Jul-96	9,635	2,03	0	63,4	9,4	0,05
17-Jul-96	11,9	2,05	0,15	55	8,8	0,05
14-Ago-96	12,65	2,48	0,455	69,75	10,35	0,05
26-Ago-96	9,135	2,1	0,1	60,55	7,645	0
12-Sep-96	6,25	1,155	0	59,9	5,4	0,05
26-Sep-96	9,515	1,27	0	68,46	8,135	0
6-Nov-96	4,825	0,1	0	49,915	3,575	0
18-Nov-96	10,01	7,235	0	54,595	6,75	0
5-Dic-96	6,795	3,54	0	31,105	7,7	0
6-Ago-97	11,6	3,8	0	72,115	8,895	0
20-Ago-97	13,05	1,8	0	74,67	9,965	0
26-Ago-97	11,945	1,8	0	78,59	7,62	0
22-Sep-97	10,965	3,015	0	76,99	10,02	0,61
20-Dic-97	11,89	3,09	0	72,9	11,51	0,57
21-Ene-98	12,6	2,7	0	63,27	18,18	0
12-Mar-98	16,935	2,07	0	58,62	18,43	1,08
6-Abr-98	16,82	1,81	1,07	59,65	19,315	0
6-May-98	16,01	4,31	0,34	64,19	13,81	0,435
1-Jul-98	15,77	3,41	0,24	69,525	11,035	0

Con relación a esto, también en la presente investigación se detectó una reducción de los contenidos de ácido oleico a medida que la fruta sobrepasaba su nivel óptimo de madurez de cosecha (medido por un porcentaje de aceite superior a un 11%) y se incorporaba a la etapa de senescencia. Esta situación, que ocurrió en todas las temporadas, fue mas fuerte en el año 1996 en que la reducción alcanzó niveles de 30% al termino de la temporada (diciembre).

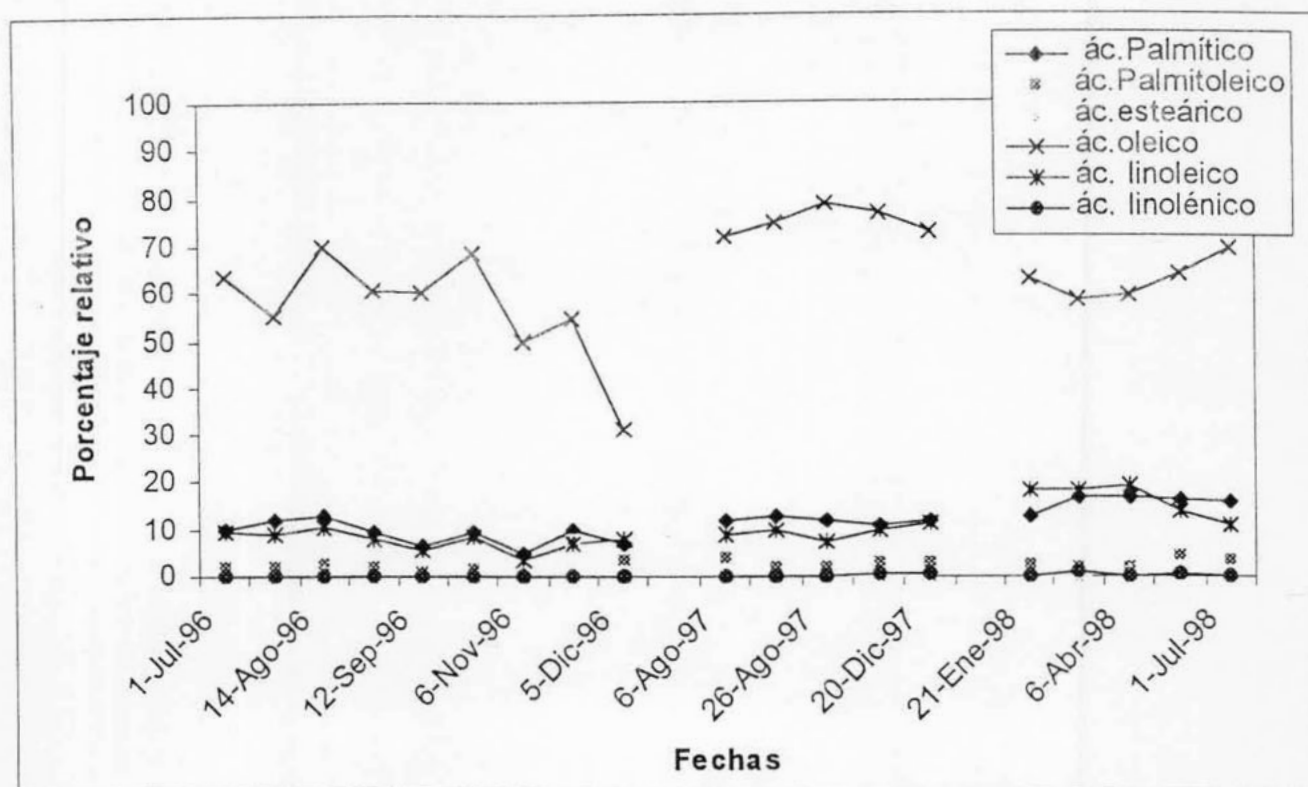


Figura 5.2. Evolución de diferentes tipos de ácidos grasos componentes de palta cv. Fuerte en tres periodos de producción.

Es interesante también reseñar que esta reducción, que se repite en los años con características diferentes, no concuerda con el incremento del porcentaje de aceite total de la palta que se observa en esas etapas, ni tampoco concuerda con alzas de los ácidos grasos medidos en la presente investigación, salvo el palmitoleico cuya alza no es muy significativa en el contenido total de aceites, ya que los otros ácidos se mantienen relativamente constantes durante la etapa del desarrollo de la fruta desde que fue evaluada hasta el final. Es interesante también remarcar la errática aparición del ácido esteárico en la evolución de los aceites en la palta.

De acuerdo con lo señalado se puede apreciar también, que no existe una correlación entre los distintos ácidos grasos evaluados, ya que sus variaciones en la temporada no siguen un patrón común. Es posible que estas variaciones que se detectan en los distintos meses sean debidas no solo a la evolución de los aceites o el metabolismo propio de estos compuestos sino que también a factores como la ubicación de la fruta en el árbol, el calibre y a la ubicación del árbol dentro del huerto, entre otros.

Hass

El cultivar Hass, durante la primera temporada alcanzó su desarrollo durante las últimas semanas del mes de noviembre, siendo la primera fecha de cosecha el 18 de ese mes de 1996 a la que se le sumaron las evaluaciones de diciembre, enero, febrero y marzo de 1997.

Al igual que el cv. Fuerte la palta Hass presenta una interrelación entre los contenidos de humedad y porcentajes de aceite, que mantienen una correlación durante el desarrollo de la fruta. No obstante se puede observar que los contenidos de humedad y aceite en épocas equivalentes de madurez, son mas altos en el cultivar Fuerte que en el Hass.

Es así como en la palta Hass los porcentajes de aceites no superaron en ningún caso el 20% situación que corrobora otros antecedentes que fijan a este cv con un nivel mas bajo de porcentaje de aceite que la Fuerte.

Del análisis del Cuadro 5.3. se puede observar que los niveles de madurez evaluados por el porcentaje de aceite superior a 12% se alcanzaron en épocas diferenciadas en cada temporada. En efecto, la madurez en el primer año se logra a mediados del mes de noviembre (14,6%), en tanto que en el segundo año los niveles mínimos se alcanzaron en el mes de septiembre (12,9%), situación que es contraria a lo que se obtuvo en el caso del cv Fuerte en que el nivel de madurez se alcanzó primariamente en el primer año y no en el segundo. Esta situación pudo deberse al hecho de que las producciones del cultivar Fuerte y Hass se desarrollan en épocas diferenciadas, por lo que las temporadas de sequía que afectaron al país durante 1996 contribuyeron a que la fruta del año 1997 en el caso de Hass adelantara su maduración en tanto que la Fuerte se vió afectada en el mismo año 96.

De todos modos también se observa que los incrementos de aceite que tuvo el cultivar en la temporada 97/98 fueron mas elevados que la anterior, probablemente por efecto de las mismas condicionantes climáticas señaladas.

Como se aprecia en la Figura 5.3. las únicas evaluaciones realizadas en la temporada 98/99 sirven para ratificar la congruencia que existe entre el porcentaje de aceite y el de humedad a partir de la formación de la fruta y muy especialmente verificar que en términos generales en palta Hass el porcentaje de aceite considerado como optimo para cosechar la fruta (11% según Olaeta y Undurraga, 1995) se adquiere en fechas cercanas al mes de septiembre. No obstante en la actualidad las exportaciones chilenas de palta Hass se realizan cosechándola con un 9% de aceite lo que ocurre a mediados de agosto, sin que haya alcanzado su mejor estado de madurez.

Cuadro 5.3. Evolución del porcentaje de humedad y aceite en paltas cv. Hass durante tres años.

Fecha	% Humedad	% Aceite
18-11-1996	67,51	14,60
05-12-1996	67,99	14,32
06-01-1997	65,01	16,04
15-01-1997	67,18	14,79
26-02-1997	66,88	14,96
12-03-1997	67,07	14,85
06-08-1997	77,05	9,10
20-08-1997	76,75	9,28
26-08-1997	76,75	9,28
22-09-1997	70,36	12,96
21-01-1998	62,70	17,37
12-03-1998	59,00	19,50
06-04-1998	63,20	17,08
06-05-1998	84,00	5,10
01-07-1998	77,90	8,61

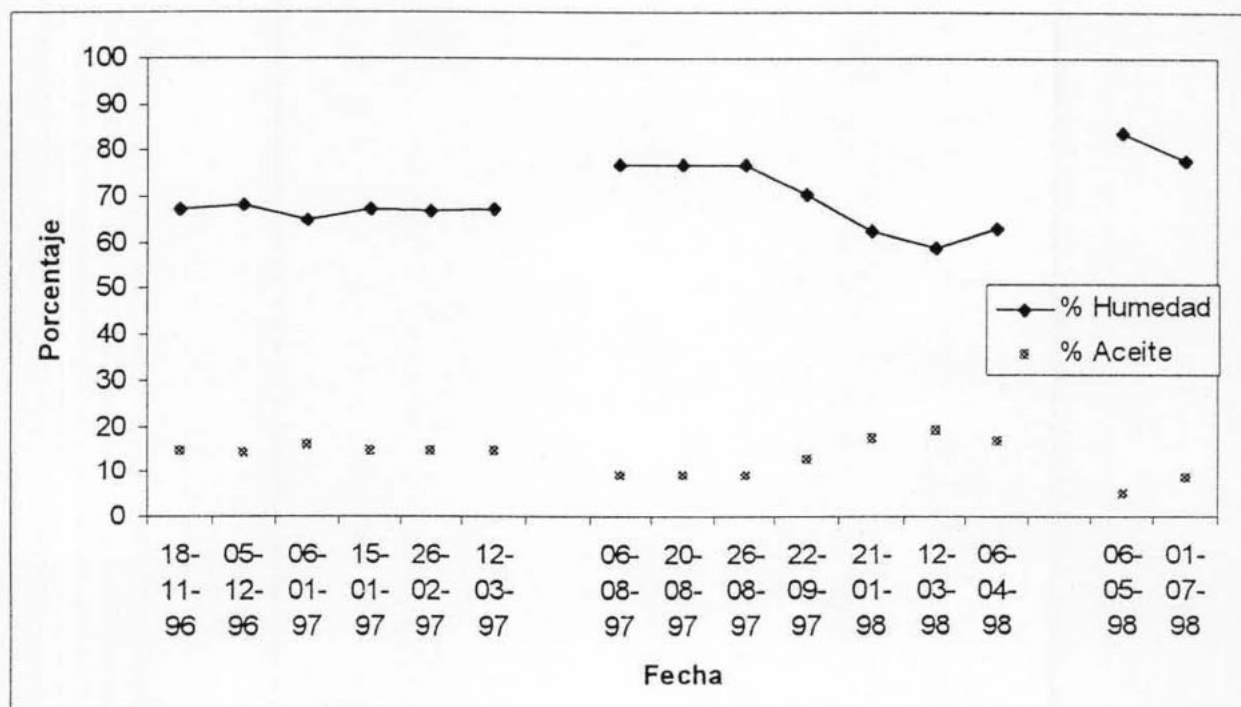


Figura 5.3. Evolución del porcentaje de aceite y humedad durante 3 años en cv. Hass.

En relación con los niveles que presenta la composición de los ácidos grasos constituyentes del aceite de este cultivar se puede apreciar que al igual que la Fuerte el ácido predominante es el oleico . (Cuadro5.4.)

Sin embargo se puede observar también que el nivel del ácido oleico es menor durante la temporada 1996/97 que la 97/98 y que ambos años son inferiores a los niveles que presentó la palta Fuerte respectivamente. Se puede inferir además que los tenores de este ácido se tienden a reducir sustancialmente hacia el período de senescencia de la fruta, como se observa tanto para Fuerte como para Hass en cada temporada.(Figuras 5.2 y 5.4.)

Referente a otro de los ácidos grasos de mayor predominancia en el aceite de este cultivar de palta, se puede observar que el ácido linoléico, de forma inversa al oleico, es mayor en este cultivar que en Fuerte, y a diferencia de aquel, tiende a subir hacia el período final de la madurez del fruto. Por su parte el ácido palmítico, aunque con una tendencia poco clara, también presenta niveles mayores que los encontrados en el cultivar Fuerte dentro de las temporadas evaluadas.

Cuadro 5.4. Evolución del porcentaje relativo de ácidos grasos en el aceite de paltas cv Hass

Fechas	ác.palmítico	ác.palmitoleico	ác.esteárico	ác.oleico	ác. linoleico	ác. linolénico
18-11-1996	12,17	2,9	0	64,5	5,7	0
05-12-1996	6,795	3,54	0	31,105	7,7	0
06-01-1997	9,82	3,365	0	45,79	8,92	0
15-01-1997	12,45	4,475	0	48,935	13,125	0
26-02-1997	14,63	6,4	0	51,975	13,95	0
12-03-1997	8,295	2,74	0	32,75	13,94	0
06-08-1997	13,215	3,59	0	71,36	9,865	0
20-08-1997	13,58	2,84	0	68,805	11,83	0
26-08-1997	16,96	4,3	0	66,87	11,12	0
22-09-1997	13,23	4,57	0	68,71	12,45	0,845
21-01-1998	12,455	6,04	0	64,52	16,3	0,67
12-03-1998	16,34	6,875	0	59,55	16,935	0,285
06-04-1998	16,83	5,98	0,82	56,475	19,085	0,79
06-05-1998	17,45	3,49	0	62,3	16,74	0
01-07-1998	18,095	5,68	0,33	64,86	10,8	0

Dentro de los ácidos grasos de menor relevancia se encuentran el linolénico, estearico y palmitoleico. De estos, el palmitoleico es uno que se presenta con un nivel mayor en este cultivar que en la Fuerte, siendo clara también su tendencia a subir. (Figura.5.4.) Sin embargo se puede señalar que este ácidos no muestra un efecto notable, como los anteriores,

de la temporada sobre su presencia en los aceites de la palta, manteniéndose relativamente constante de una temporada a otra.

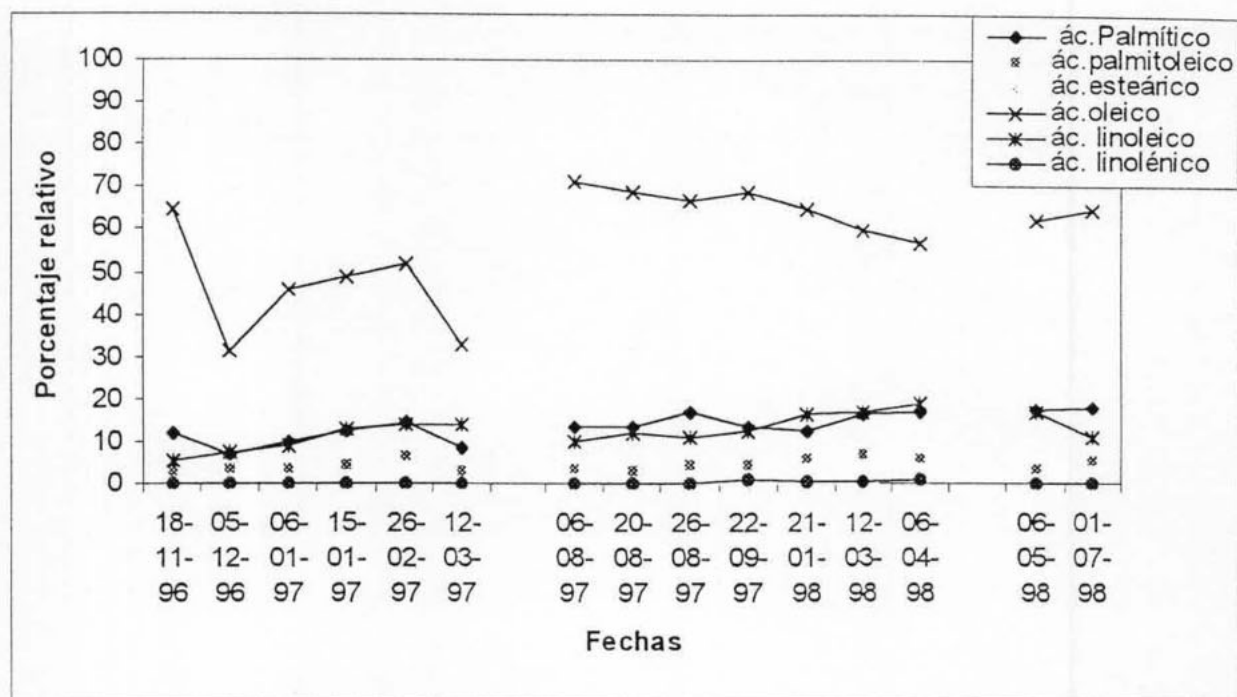


Figura 5.4. Evolución de diferentes tipos de ácidos grasos componentes de palta cv. Hass en tres periodos de producción.

Los otros dos ácidos grasos medidos no siguen una constante definida en su evolución, siendo erráticos e inconstantes en su aparición dentro de este cultivar al igual que en la evolución de los aceites en la palta Fuerte.

5.2 Congelación de paltas

5.2.1 Producción y evaluación de congelado de paltas, en mitades y pulpa.

- Rendimiento

En el Cuadro 5.5 se muestra que el rendimiento en pulpa obtenido para el cultivar Fuerte, tanto para la palta deshuesada como para la palta molida es superior al 65% lo que puede ser considerado mas bajo a aquel reportado por la literatura. Esta situación pudo deberse a que las paltas durante ese año, afectado por la sequía, se desarrollaron de menor tamaño.

Cuadro 5.5. Rendimiento en pulpa obtenida en paltas del cultivar Fuerte

Palta entera	palta pelada y deshuesada	%	palta molida	%
5 Kg.	3,57 kg.	71.4	3,46 Kg.	69.2
5 Kg.	3,30 kg.	66.0	3,25 Kg.	65.0
5 Kg.	3,43 kg.	68.6	3,32 Kg.	66.4
Promedio	3.43 Kg.	68.6	3.34 Kg.	66.8

- pH y acidez

En relación con el pH se puede apreciar (cuadros 5.6 y 5.7), que los tratamientos con inmersión en antioxidantes para mitades T1 y T4; o para cubos, T9 y T11; presentaron en general niveles similares a aquellos tratamientos en los cuales no se hizo la inmersión.

Cuadro 5.6 Evolución de pH de palta congelada en mitades. cv. Fuerte

FECHA	T1	T2	T3	T4
07/10	5,7	6,5	6,0	6,1
21/10	5,5	6,1	5,7	6,1
04/11	5,6	6,2	5,9	6,0
18/11	5,6	6,0	6,4	5,6

Cuadro 5.7. Evolución de pH de palta congelada en cubitos. Cv .Fuerte

FECHA	T9	T10	T11	T12
07/10	5,8	6,6	6,1	6,0
21/10	5,8	6,4	5,7	6,1
04/11	5,7	6,5	5,8	6,0
18/11	5,3	6,0	6,2	6,3

Con relación al puré, (Cuadro 5.8) los tratamientos que tienen antioxidantes T5 y T8 presentaron niveles de pH significativamente menores a aquellos tratamientos que no lo tenían, al ser incorporada la mezcla de antioxidantes en esos tratamientos.

Cuadro 5.8. Evolución de pH de palta congelada en puré. cv Fuerte.

FECHA	T5	T6	T7	T8
07/10	4,4	6,5	6,3	4,6
21/10	4,3	6,9	6,1	4,6
04/11	4,4	6,5	6,1	4,5
18/11	4,6	7,0	6,0	4,5

Con relación a la acidez, esta presentó un comportamiento similar al pH al manifestar una diferencia clara en los tratamientos con antioxidantes solo en el puré (Cuadros 5.9, 5.10 y 5.11)

Cuadro 5.9 Evolución de la acidez (expresada como gramos de ácido cítrico por 100 gramos de palta) congelada en mitades. cv Fuerte.

FECHA	T1	T2	T3	T4
07/10	0,15	0,10	0,14	0,13
21/10	0,14	0,14	0,14	0,13
04/11	0,15	0,13	0,14	0,13
18/11	0,16	0,14	0,13	0,15

Cuadro 5.10. Evolución de la acidez (expresada como gramos de ácido cítrico por 100 gramos de palta) congelada en cúbitos. cv. Fuerte

FECHA	T9	T10	T11	T12
07/10	0,14	0,10	0,14	0,19
21/10	0,13	0,10	0,10	0,13
04/11	0,14	0,10	0,14	0,11
18/11	0,16	0,11	0,14	0,15

Cuadro 5.11 Evolución de la acidez (expresada como gramos de ácido cítrico por 100 gramos de palta) congelada en puré. de palta cv Fuerte.

FECHA	T5	T6	T7	T8
07/10	0,43	0,13	0,15	0,50
21/10	0,46	0,09	0,11	0,43
04/11	0,44	0,13	0,13	0,44
18/11	0,43	0,14	0,14	0,45

Color

Con relación al color tanto en las mitades, como en los cubitos, al evaluar la relación a/b (cuyo valor mas alto pero negativo, indica una coloración mas profunda) se aprecia en los Cuadros 5.12 y 5.13; y Figuras 5.5 y 5.6 que el color no fue afectado por el almacenaje congelado. A su vez la coloración externa fue mas oscura que la interna. Teniendo los tratamientos el mismo comportamiento.

En pulpas (Cuadro 5.14 y Figura 5.7) se observa que aquellos tratamientos que incorporaron antioxidantes (T6 y T7) tuvieron coloraciones mas claras que aquellos que no lo tuvieron (T5 y T8). Lo anterior se puede deber a la acción ácida de los antioxidantes, los que modifican la molécula de clorofila transformándola en feofórbido, la que tiene una coloración verde mas clara.

Cuadro 5.12 Evolución del color de palta cv. Fuerte procesada en mitades.

FECHA	COLOR	PARAMETRO	T1	T2	T3	T4
7-oct	EXTERNO	L	57,90	43,90	54,20	51,30
		A	-16,50	-9,00	-15,60	-16,50
		B	31,30	18,20	27,50	26,70
		a/b	-0,53	-0,49	-0,57	-0,62
	INTERNO	L	74,80	38,70	73,60	70,20
		A	-8,10	1,40	-7,90	-6,50
		B	37,60	6,40	38,00	36,80
		a/b	-0,22	0,22	-0,21	-0,18
21-oct	EXTERNO	L	49,70	44,30	44,60	46,50
		A	-14,30	-12,70	-14,10	-15,10
		B	29,20	23,50	25,50	28,80
		a/b	-0,49	-0,54	-0,55	-0,52
	INTERNO	L	57,60	52,70	57,70	57,10
		A	-6,70	-6,10	-3,40	-5,80
		B	37,30	32,70	35,50	34,90
		a/b	-0,18	-0,19	-0,10	-0,17
4-nov	EXTERNO	L	49,00	46,60	45,30	45,60
		A	-16,40	-16,40	-17,00	-14,10
		B	27,40	27,40	26,80	26,70
		a/b	-0,60	-0,60	-0,63	-0,53
	INTERNO	L	67,60	49,20	46,30	68,40
		A	-7,00	-3,70	-2,90	-7,50
		B	39,00	38,00	26,80	41,90
		a/b	-0,18	-0,10	-0,11	-0,18
18-nov	EXTERNO	L	58,50	57,60	56,10	53,70
		A	-17,80	-18,90	-16,20	-17,00
		B	32,90	32,40	29,00	28,70
		a/b	-0,54	-0,58	-0,56	-0,59
	INTERNO	L	72,10	65,80	68,50	72,00
		A	-7,30	-6,90	-9,50	-8,50
		B	38,10	31,30	37,30	38,20
		a/b	-0,19	-0,22	-0,25	-0,22

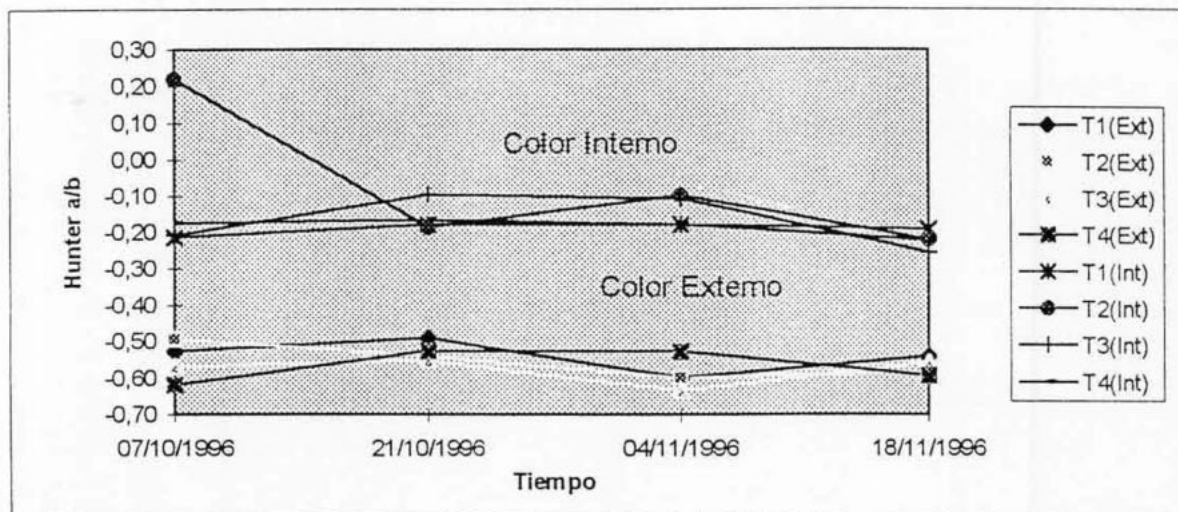


Figura 5. 5 Evolución del color de palta cv. Fuerte procesada en mitades.

Cuadro 5.13. Evolución del color de palta cv. Fuerte procesada en cubitos

FECHA	COLOR	PARAMETRO	T9	T10	T11	T12
7-oct		L	56,20	52,10	55,90	52,30
	EXTERNO	A	-16,50	-8,90	-13,20	-13,70
		B	32,30	27,90	30,20	27,00
		a/b	-0,51	-0,32	-0,44	-0,51
		L	75,20	70,80	74,10	73,00
	INTERNO	A	-8,30	-6,00	-8,20	-6,90
		B	32,90	35,70	37,70	37,00
		a/b	-0,25	-0,17	-0,22	-0,19
21-oct		L	52,00	50,60	53,80	48,30
	EXTERNO	A	-14,90	-14,90	-15,10	-15,00
		B	26,40	23,60	28,70	24,00
		a/b	-0,56	-0,63	-0,53	-0,63
		L	68,40	60,40	70,30	48,60
	INTERNO	A	-7,10	-3,40	-6,10	0,20
		B	37,60	29,70	38,30	18,20
		a/b	-0,19	-0,11	-0,16	0,01
4-nov		L	47,80	45,60	45,60	33,30
	EXTERNO	A	-15,80	-16,30	-16,30	-5,20
		B	28,20	26,10	26,10	14,50
		a/b	-0,56	-0,62	-0,62	-0,36
		L	62,40	63,40	63,60	48,60
	INTERNO	A	-7,50	-7,00	-4,60	-3,00
		B	39,00	38,40	39,60	27,20
		a/b	-0,19	-0,18	-0,12	-0,11
18-nov		L	57,80	54,30	54,10	53,10
	EXTERNO	A	-17,50	-15,50	-16,40	-14,70
		B	31,30	26,10	28,60	23,90
		a/b	-0,56	-0,59	-0,57	-0,62
		L	72,10	70,70	72,30	56,80
	INTERNO	A	-12,10	-8,20	-7,50	-3,00
		B	38,90	41,60	34,90	27,00
		a/b	-0,31	-0,20	-0,21	-0,11

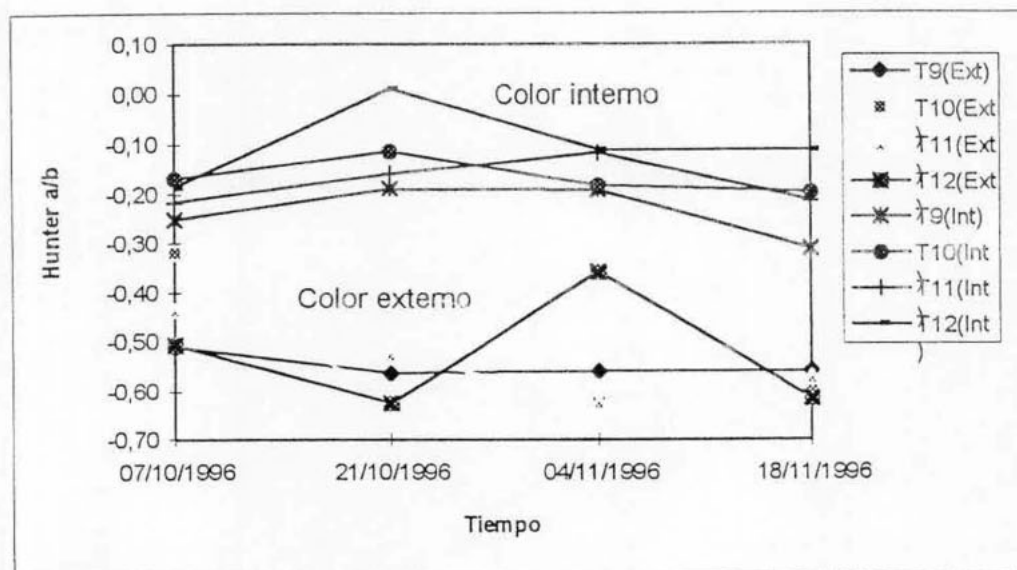


Figura 5.6. Evolución del color de la palta procesada en cubitos

Cuadro 5.14 Evolución del color de palta procesada como puré cv. Fuerte

FECHA	PARAMETRO	T5	T6	T7	T8
07/10	L	62,7	58,6	63,7	63,4
	a	-9,6	-14,3	-9,2	-11,6
	b	31,3	33,8	31,8	35,4
	a/b	-0.30	-0.42	-0.29	-0.33
21/10	L	57,7	59,4	54,5	60,9
	a	-7,7	-13,7	-10,2	-9,9
	b	33,1	38,7	29,6	35,3
	a/b	-0.23	-0.35	-0.34	-0.28
04/11	L	62,7	48,3	47,2	52,8
	a	-8,0	-10,3	-10,3	-8,7
	b	35,8	29,7	29,7	33,4
	a/b	0.22	-0.35	-0.35	-0.26
18/11	L	67,8	62,1	62,8	65,9
	a	-8,6	-13,5	-11,9	-9,4
	b	30,4	35,5	33,3	34,7
	a/b	-0.28	-0.38	-0.36	0.27

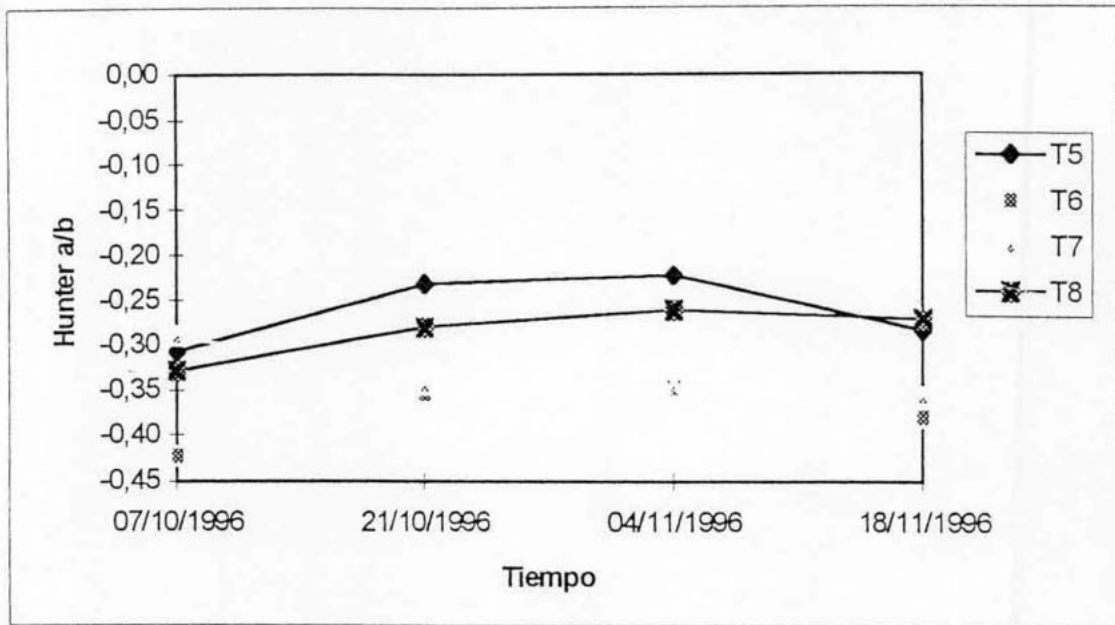


Figura 5.7. Evolución del color de la palta procesada como puré. cv Fuerte

Análisis sensorial

En los Cuadros 5.15, 5.16, 5.17, 5.19 muestran el porcentaje de aceptación para cada tratamiento realizado por un panel de evaluación sensorial. En general se aprecia que después de 2 meses de almacenaje congelado, las muestras comenzaron a disminuir su calidad sensorial, siendo consideradas, sin embargo aceptables.

Al analizar la variable apariencia (Cuadro 5.15) se observa que tanto para mitades (T1,T2,T3 yT4), como para pulpas (T5,T6,T7 y T8) los tratamientos fueron considerados de regular a muy bueno lo cual indica que en general fueron aceptados por los panelistas.

Con relación a la variable sabor (Cuadro5.18), en pulpas, (T5,T6,T7 y T8), los tratamientos T5 y T7 mostraron las mejores preferencias de los panelistas. Lo anterior coincide en que ambos contenían sal en sus formulaciones. Con relación a las mitades, los panelistas prefirieron el tratamiento T1 por sobre los otros, durante los dos primeros meses de almacenaje. Este tratamiento contenía sal y antioxidantes, lo que le dio un buen equilibrio de sabor. La muestra sin antioxidantes no fue aceptada por los panelistas en esta variable.

Al analizar la variable color (Cuadro 5.19), en pulpas (T5, T6, T7, T8), se aprecia que en todos los tratamientos el color se mantiene sin alteraciones durante el periodo que dura el ensayo. Al analizar las mitades se observa que, si bien estas mantienen su color verde, en algunos tratamientos como el T3, se tiende a la formación de coloraciones café, sin embargo esto es en una proporción pequeña. Es importante destacar que aquellos tratamientos que no tuvieron antioxidante (tratamientos T2 y T3) lograron mantener en forma mayoritaria su coloración verde durante el almacenaje.

Con relación a la variable aroma y textura (Cuadros 5.16 y 5.17.) no se aprecia una tendencia clara de los tratamientos, al haber una dispersión en las preferencias de los panelistas.

Cuadro 5.15 Porcentaje de aceptación de la variable apariencia en paltas cv Fuerte.

apariciencia	25 / 09	27 / 09	30 / 09	3 / 10	18 / 11	21 / 11	14 / 01
<u>Tratamiento 1</u>							
Muy Buena	0	27, 3	0	0	20	0	0
Buena	100	54, 5	100	90	40	40	50
Regular	0	9, 10	0	10	40	30	25
Mala	0	0	0	0	0	40	25
<u>Tratamiento 2</u>							
Muy Buena	45,5	40	33, 3	10	10	10	0
Buena	45,5	60	55, 5	70	70	60	50
Regular	9,10	0	11, 1	20	20	10	25
Mala	0	0	0	0	0	20	25
<u>Tratamiento 3</u>							
Muy Buena	9,10	0	22,2	0	0	0	0
Buena	63,6	70	66,7	80	20	70	100
Regular	27,3	30	11,1	20	70	30	0
Mala	0	0	0	0	10	0	0
<u>Tratamiento 4</u>							
Muy Buena	0	0	0	0	0	0	0
Buena	72,7	40	66,7	90	50	70	100
Regular	27,3	60	33,3	10	30	30	0
Mala	0	0	0	0	20	0	0
<u>Tratamiento 5</u>							
Muy Buena	18,2	90	11,1	40	20	0	50
Buena	81,8	10	77,8	40	30	40	25
Regular	0	0	11,1	20	30	40	25
Mala	0	0	0	0	20	20	0
<u>Tratamiento 6</u>							
Muy Buena	18,2	10	0	0	20	10	25
Buena	72,7	90	66,7	80	30	60	50
Regular	9,10	0	33,3	20	30	30	25
Mala	0	0	0	0	20	0	0
<u>Tratamiento 7</u>							
Muy Buena	0	70	55,6	40	0	10	25
Buena	54,5	30	33,3	50	10	10	25
Regular	45,5	0	11,1	10	50	70	50
Mala	0	0	0	0	40	10	0
<u>Tratamiento 8</u>							
Muy Buena	0	10	0	30	0	0	0
Buena	36,3	70	88,9	50	30	40	75
Regular	63,6	20	11,1	20	50	60	25
Mala	0	0	0	0	20	0	0

Cuadro 5.16 Porcentaje de aceptación para la variable textura en paltas cv Fuerte.

textura	25 / 09	27 / 09	30 / 09	03 / 10	18 / 11	21 / 11	14 / 01
Tratamiento 1							
Suave	63.6	100	100	90	70	70	75
Gruesa	27.3	0	0	10	20	10	25
Áspera	11.1	0	0	0	10	20	0
Tratamiento 2							
Suave	81.8	90	88.9	90	90	40	75
Gruesa	11.1	10	11.1	10	10	50	25
Áspera	11.1	0	0	0	0	10	0
Tratamiento 3							
Suave	45.5	60	55.6	90	10	70	100
Gruesa	45.5	30	33.3	10	0	30	0
Áspera	11.1	10	11.1	0	0	0	0
Tratamiento 4							
Suave	81.8	70	66.7	80	80	60	100
Gruesa	11.1	30	33.3	20	20	30	0
Áspera	11.1	0	0	0	0	10	0
Tratamiento 5							
Suave	36.4	20	77.8	80	90	40	100
Gruesa	54.5	70	22.2	20	10	60	0
Áspera	11.1	10	0	0	0	0	0
Tratamiento 6							
Suave	90.9	40	88.9	80	80	40	100
Gruesa	11.1	4	11.1	0	20	60	0
Áspera	0	20	0	20	0	0	0
Tratamiento 7							
Suave	45.5	60	100	90	70	40	100
Gruesa	36.4	30	0	10	30	50	0
Áspera	18.2	10	0	0	0	10	0
Tratamiento 8							
Suave	72.7	90	77.8	80	80	70	100
Gruesa	18.2	0	22.2	20	20	30	0
Áspera	11.1	10	0	0	0	0	0

Cuadro 5.17 Porcentaje de aceptación para la variable aroma en paltas cv Fuerte.

aroma	25 / 09	27 / 09	30 / 09	03 / 10	18 / 11	21 / 11	14 / 01
Tratamiento 1							
Agradable	45.5	20	44.4	30	30	0	25
Indiferente	54.5	80	55.6	50	50	60	50
Desagradable	0	0	0	20	20	40	25
Tratamiento 2							
Agradable	27.3	10	44.4	40	30	0	25
Indiferente	72.7	90	55.6	60	50	80	50
Desagradable	0	0	0	0	20	20	25
Tratamiento 3							
Agradable	0	10	11.1	10	20	30	0
Indiferente	63.6	40	77.8	40	80	60	75
Desagradable	36.4	50	11.1	50	0	10	25
Tratamiento 4							
Agradable	0	40	11.1	0	20	20	50
Indiferente	72.7	50	66.7	40	50	80	50
Desagradable	27.3	10	22.2	60	30	0	0
Tratamiento 5							
Agradable	27.3	40	33.3	50	10	10	0
Indiferente	72.7	60	66.7	50	70	70	50
Desagradable	0	0	0	0	20	20	50
Tratamiento 6							
Agradable	18.1	20	0	20	40	30	25
Indiferente	45.5	60	88.9	30	50	40	75
Desagradable	36.4	20	11.1	50	10	30	0
Tratamiento 7							
Agradable	9.1	70	0	20	10	0	25
Indiferente	91.0	30	55.6	60	60	100	75
Desagradable	0	0	44.4	20	30	0	0
Tratamiento 8							
Agradable	9.1	10	11.1	11	30	30	50
Indiferente	54.5	70	77.8	60	60	60	50
Desagradable	36.4	20	11.1	30	10	10	0

Cuadro 5.18 Porcentaje de aceptación para la variable sabor en paltas cv Fuerte.

sabor	25 / 09	27 / 09	30 / 09	3 / 10	18 / 11	21 / 11	14 / 01
Tratamiento 1							
Muy bueno	9.0	20	10	0	10	0	0
Bueno	91.0	70	70	90	20	10	25
Regular/Malo	0	10	20	10	70	90	75
Tratamiento 2							
Muy bueno	9.1	10	10	30	0	0	0
Bueno	54.5	90	60	30	40	20	50
Regular/Malo	36.4	0	20	40	30	80	50
Tratamiento 3							
Muy bueno	0	10	0	0	0	0	0
Bueno	100	30	0	20	0	0	75
Regular/Malo	0	60	90	80	100	100	75
Tratamiento 4							
Muy bueno	0	0	0	0	0	0	0
Bueno	18.2	30	0	10	0	30	25
Regular/Malo	81.8	70	90	90	100	70	75
Tratamiento 5							
Muy bueno	45.4	60	40	50	30	10	0
Bueno	36.4	40	50	50	50	50	100
Regular/Malo	18.2	0	0	0	20	40	0
Tratamiento 6							
Muy bueno	18.2	0	0	10	10	10	0
Bueno	36.4	60	30	10	0	10	100
Regular/Malo	45.4	40	60	80	90	80	0
Tratamiento 7							
Muy bueno	27.3	40	50	20	30	0	25
Bueno	45.4	50	40	70	30	70	75
Regular/ Malo	27.3	10	0	10	40	30	0
Tratamiento 8							
Muy bueno	0	0	0	0	10	10	0
Bueno	72.7	50	40	0	30	40	100
Regular/ Malo	27.3	50	50	100	60	50	0

Cuadro 5.19. Porcentaje de aceptación para la variable Color en paltas cv Hass.

Color	25 / 09	27 / 09	30 / 09	3 / 10	18 / 11	21 / 11	14 / 01
Tratamiento 1							
Verde oscuro	18.2	0	0	10	70	80	75
Verde claro	81.8	100	100	90	20	10	0
Verde Amarillo	0	0	0	0	0	0	0
Café	0	0	0	0	10	10	25
Tratamiento 2							
Verde oscuro	9.1	30	11.1	20	70	40	75
Verde claro	81.8	70	88.9	80	30	50	0
Verde Amarillo	9.1	0	0	0	0	0	0
Café	0	0	0	0	0	10	25
Tratamiento 3							
Verde oscuro	9.0	10	11.1	0	30	10	25
Verde claro	91.0	90	77.8	90	30	60	75
Verde Amarillo	0	0	0	0	40	30	0
Café	0	0	11.1	10	0	0	0
Tratamiento 4							
Verde oscuro	9.1	10	11.1	0	20	0	0
Verde claro	81.8	90	77.8	100	30	70	100
Verde Amarillo	0	0	0	0	70	30	0
Café	9.1	0	11.1	0	0	0	0
Tratamiento 5							
Verde oscuro	45.5	70	22.2	60	90	70	100
Verde claro	45.5	30	77.8	40	10	20	0
Verde Amarillo	0	0	0	0	0	0	0
Café	9.0	0	0	0	0	10	0
Tratamiento 6							
Verde oscuro	9.0	30	11.1	10	10	0	0
Verde claro	91.0	70	88.9	90	70	50	100
Verde Amarillo	0	0	0	0	20	50	0
Café	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 7							
Verde oscuro	63.6	60	100	80	90	90	100
Verde claro	27.3	40	0	20	0	10	0
Verde Amarillo	0	0	0	0	10	0	0
Café	9.1	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 8							
Verde oscuro	0	0	0	20	40	20	0
Verde claro	100	90	100	80	40	60	100
Verde Amarillo	0	0	0	0	10	20	0
Café	0	10	0	0	10	0	0

En cuanto a los cubitos (Cuadros 5.20 y 5.24), estas fueron reportadas solo las mediciones de 2 fechas de almacenaje correspondientes a 3 meses; y 3 meses y 26 días de almacenaje. Por haber sufrido problemas en su almacenaje. Se aprecia que en general tuvieron un comportamiento errático por lo que no es posible tener resultados concluyentes en esta forma de presentación.

Cuadro 5.20 Porcentaje de aceptación para la apariencia en paltas cv. Fuerte

apariencia	2/12	26 / 12
Tratamiento 9		
Muy Buena	0	67
Buena	0	33
Regular	100	0
Mala	0	0
Tratamiento 10		
Muy Buena	0	0
Buena	0	67
Regular	100	33
Mala	0	0
Tratamiento 11		
Muy Buena	0	33
Buena	0	33
Regular	0	33
Mala	100	0
Tratamiento 12		
Muy Buena	0	0
Buena	50	0
Regular	50	33
Mala	0	67

Cuadro 5.21 Porcentaje de aceptación para el color en paltas cv Fuerte

Color	2/12	26 / 12
Tratamiento 9		
Verde Oscuro	50	67
Verde Claro	50	33
Verde/ Amarillo	0	0
Café	0	0
Tratamiento 10		
Verde Oscuro	100	33
Verde Claro	0	33
Verde/ Amarillo	0	0
Café	0	33
Tratamiento 11		
Verde Oscuro	50	33
Verde Claro	0	33
Verde/ Amarillo	0	0
Café	50	33
Tratamiento 12		
Verde Oscuro	0	33
Verde Claro	50	0
Verde/ Amarillo	50	0
Café	0	67

Cuadro 5.22 Porcentaje de aceptación para el aroma en paltas cv Fuerte

aroma	2/12	26 / 12
Tratamiento 9		
Agradable	0	67
Indiferente	100	0
Desagradable	0	33
Tratamiento 10		
Agradable	0	0
Indiferente	100	67
Desagradable	0	33
Tratamiento 11		
Agradable	0	0
Indiferente	100	67
Desagradable	0	33
Tratamiento 12		
Agradable	0	33
Indiferente	100	33
Desagradable	0	33

Cuadro 5.23 Porcentaje de aceptación para el color en paltas cv Fuerte.

sabor	2/12	26 / 12
Tratamiento 9		
Muy Bueno	0	0
Bueno	0	33
Regular	100	33
Malo	0	33
Tratamiento 10		
Muy Bueno	0	0
Bueno	50	0
Regular	50	33
Malo	0	67
Tratamiento 11		
Muy Bueno	0	0
Bueno	0	0
Regular	50	0
Malo	50	100
Tratamiento 12		
Muy Bueno	0	0
Bueno	0	0
Regular	100	33
Malo	0	67

Cuadro 5.24 Porcentaje de aceptación para la variable textura en paltas cv Fuerte

textura	2/12	26 / 12
Tratamiento 9		
Suave	0	67
Gruesa	100	33
Aspera	0	0
Tratamiento 10		
Suave	50	67
Gruesa	50	33
Aspera	0	0
Tratamiento 11		
Suave	0	67
Gruesa	100	33
Aspera	0	0
Tratamiento 12		
Suave	0	67
Gruesa	100	0
Aspera	0	33

5.2.2 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.

Los frutos que se emplearon en la elaboración del congelado fueron caracterizados en cuanto a contenidos de aceite y de humedad.

A continuación en el Cuadro 5.25 se muestra los rangos de aceite y humedad de una muestra de doce frutos, escogidos al azar dentro del total de frutos procesados.

Cuadro 5.25. Contenido de aceite y humedad en frutos de palta Hass (*Persea americana* Mill).

Peso Fruto (gr)	Aceite (%)	Humedad (%)
145.32 - 161.38	20.18 - 21.03	67.70 - 67.15
163.12 - 171.50	21.05 - 21.15	67.10 - 67.04
173.15 - 202.27	21.49 - 23.74	67.40 - 65.90
210.12 - 218.17	23.78 - 25.17	64.40 - 62.50

Rendimiento de la materia prima en la elaboración de congelado :

El rendimiento se muestra, en el Cuadro 5.26, se aprecia que el porcentaje obtenido de un 63%, este es menor si se compara con los cultivares Fuerte y Negra de La Cruz. Según Arata y Yunisic (1983), el rendimiento para Fuerte es de un 73% y para Negra de La Cruz un 65%. Estas diferencias se deben al tamaño de los frutos de estas dos variedades, ya que, a mayor tamaño de fruto, mayor es el rendimiento.

Cuadro 5.26. Rendimiento total de los frutos procesados.

Peso total frutos (Kg.)	Peso semilla y piel (Kg.)	Peso pulpa (Kg.)	Rendimiento (%)
28.5	10.5	18.00	63.1

Si se compara el rendimiento obtenido de un 63% con el expresado por Continella (1978), en el Cuadro 5.26 para la palta Hass es de un 65.3%. Ambos resultados pueden observarse que son similares.

Se consideran rendimientos bajos al compararlos con los rendimientos obtenidos en otras variedades como lo son Fuerte (79.1%) y Zutano (74.1%), como se aprecia también en el Cuadro 5.26. Esto se debe principalmente al elevado porcentaje que ocupan en palta Hass su semilla más la piel (33.8%), porcentaje que no llega más allá de un 21% para Fuerte.

A pesar de este menor rendimiento, la palta Hass posee las mejores características de calidad que el mercado exige como: sabor (agradable.), buena textura (cremoso sin fibras:) y facilidad de pelado.

Efecto del color en el congelado:

Los resultados de color de la palta congelada, expresados en valores del Sistema de Triestímulo, se presentan en el Cuadro 5.27, 5.28, 5.29 y 5.30. Los resultados de todos los tratamientos corresponden a un color amarillo – verdoso, al llevarlos al diagrama de cromaticidad, color similar al que tenía la materia prima, con valores de X: 24.50, Y: 28.09 y Z: 10.67. Lo anterior indica que no hay un efecto de los tratamientos sobre el color de la pulpa.

Los Cuadros 5.27 y 5.28 muestran la evolución del color de puré de palta congelada en nitrógeno líquido y en cámara respectivamente. Se observa que todos los tratamientos, mantienen constante su coloración, hasta los 60 días de almacenaje congelado.

Al comparar el valor de Y de la materia prima, con los valores de Y obtenidos para ambos tipos de congelados, se aprecia que, el congelado con nitrógeno líquido, posee mayor luminosidad que el congelado en cámara. Se puede decir entonces, que los congelados de ambos métodos poseen la misma cromaticidad que la materia prima, pero su luminosidad es menor. Esto es detectado por el observador al compararlas, notando las muestras congeladas mas oscuras que la materia prima, pero aquellas congeladas en nitrógeno líquido, fueron siempre mas claras que las congeladas en cámara.

Cuadro 5.27. Efecto del color sobre puré de palta Congelado por inmersión en nitrógeno líquido.

Forma	Días almacenaje	Tratamient	X	Y	Z	Color
Puré	20	NIT – P1	19.77	22.15	6.69	Amarillo verdoso
		NIT – P2	17.70	21.12	6.31	Amarillo verdoso
		NIT – P3	17.74	20.07	6.03	Amarillo verdoso
	40	NIT – P1	19.93	22.83	7.53	Amarillo verdoso
		NIT – P2	18.87	22.11	6.90	Amarillo verdoso
		NIT – P3	19.50	22.53	7.17	Amarillo verdoso
	60	NIT – P1	24.45	28.04	10.65	Amarillo verdoso
		NIT – P2	21.40	25.33	8.90	Amarillo verdoso
		NIT – P3	19.85	23.22	7.41	Amarillo verdoso

Cuadro 5.28 Efecto del color sobre el puré de palta congelada en cámara.

Forma	Días almacenaje	Tratamiento	X	Y	Z	Color
Puré	20	CAM - P1	17.30	19.24	6.53	Amarillo verdoso
		CAM - P2	17.70	21.03	6.12	Amarillo verdoso
		CAM - P3	18.53	21.12	6.51	Amarillo verdoso
	40	CAM - P1	17.23	19.26	6.34	Amarillo verdoso
		CAM - P2	17.72	19.91	6.04	Amarillo verdoso
		CAM - P3	18.55	21.62	7.18	Amarillo verdoso
	60	CAM - P1	17.40	19.58	7.02	Amarillo verdoso
		CAM - P2	17.61	19.73	6.18	Amarillo verdoso
		CAM - P3	18.46	21.19	7.38	Amarillo verdoso

Los Cuadros 5.29 y 5.30 muestran los resultados de cromaticidad X, Y y Z para la pulpa procesada en mitades.

Al igual que en caso del puré, el color obtenido corresponde a un amarillo - verdoso. Los que se mantienen para ambos tipos de congelados durante el almacenaje.

Cuadro 5.29. Efecto del color sobre mitades de palta congeladas por inmersión en nitrógeno líquido.

Forma	Días	Tratamiento	X	Y	Z	Color
Mitades	20	NIT – M1	12.40	14.10	4.71	Amarillo verdoso
		NIT – M2	11.25	11.13	4.13	Amarillo verdoso
		NIT – M3	11.10	12.50	4.16	Amarillo verdoso
	40	NIT – M1	12.44	14.15	4.62	Amarillo verdoso
		NIT – M2	12.30	11.11	4.25	Amarillo verdoso
		NIT – M3	11.15	12.40	4.07	Amarillo verdoso
	60	NIT – M1	12.52	14.27	4.23	Amarillo verdoso
		NIT – M2	12.18	11.10	4.17	Amarillo verdoso
		NIT – M3	11.21	12.62	4.13	Amarillo verdoso

Cuadro 5.30. Efecto del color sobre mitades de palta, congeladas en cámara.

Forma	Días	Tratamiento	X	Y	Z	Color
Mitades	20	CAM – M1	13.02	14.60	4.80	Amarillo verdoso
		CAM – M2	10.15	10.82	3.02	Amarillo verdoso
		CAM – M3	11.60	12.60	4.10	Amarillo verdoso
	40	CAM - M1	12.80	14.25	4.76	Amarillo verdoso
		CAM - M2	9.59	10.75	3.64	Amarillo verdoso
		CAM -M3	11.60	12.51	4.6	Amarillo verdoso
	60	CAM - M1	12.51	14.77	4.24	Amarillo verdoso
		CAM - M2	12.74	15.74	5.08	Amarillo verdoso
		CAM -M3	13.60	12.61	4.24	Amarillo verdoso

La luminosidad (Y) de la pulpa congelada en mitades, es considerablemente menor a la luminosidad tanto de la pulpa en su estado fresco, como procesada como puré. Esto se explica por el fuerte pardeamiento que sufrieron las mitades una vez descongeladas, proceso que no sucedió en el puré y que por ende, influyó directamente sobre el valor de Y obtenido.

En este aspecto, Olaeta (1991), indica que el congelado de cualquier producto hortofrutícola siempre disminuirá sus características originales, ya que los procesos químicos y bioquímicos continúan su acción, aunque en forma más lenta.

El fuerte pardeamiento que sufrió la pulpa en mitades se debió principalmente a la falta de inactivación de la enzima PPO, por parte de los antioxidantes usados. Posiblemente por estar en una dosis muy baja o por su mala penetración hacia el interior de la pulpa. También puede ser atribuido, a la existencia de oxígeno en los envases, por no usarse un sellado al vacío.

Como posibles soluciones para el proceso de pulpa en mitades, se sugiere aumentar la dosis de antioxidantes, hasta el punto que no afecte el sabor, o trabajar con otros antioxidantes como lo señala Rojas (1988), ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido acético, sal y alginato de calcio, este último actúa como una barrera contra el oxígeno y evita la pérdida de textura, además de trabajar con envases herméticos y sellado al vacío.

Efecto del pH y la acidez. sobre el congelado:

Los valores de pH obtenidos para la pulpa congelada como puré, son levemente ácidos si se comparan con el pH normal de la pulpa fresca (~7.0), esto se debe lógicamente al empleo de antioxidantes ácidos para prevenir pardeamiento enzimático (Cuadros 5.31 y 5.32).

Si se observan los valores de pH en el tiempo, se puede apreciar que éstos no se ven afectados, tanto en el congelado por inmersión en nitrógeno como en el congelado en cámara.

La pulpa congelada en mitades (Cuadros 5.33 y 5.34) tiene pH mayores si se compara con la pulpa congelada como puré. Los valores de las mitades tienden a pH neutro, debido a la mala penetración que tienen los antioxidantes hacia el interior del fruto, posiblemente por el alto contenido de aceites que poseen lo que impediría la acción de las soluciones de antioxidantes hacia el interior.

La forma de congelado y el almacenaje no variaron el pH de las mitades de palta congelada.

En relación con la acidez, esta fue medida en términos de acidez cítrica, para ambas modalidades de congelado de pulpa.

Ya sea para la pulpa congelada en mitades (Cuadro 5.33 y 5.34) como en puré (Cuadro 5.31 y 5.32), los valores de acidez son bajos, independiente del método de congelado y se mantienen constantes durante el almacenaje en frío. Sin embargo la acidez del puré fue mayor que aquella presentada en las mitades, para todos los tratamientos. Esto debido a la incorporación de antioxidantes en la pulpa.

Cuadro 5.31. Efecto del pH y acidez sobre puré de palta, congelado por inmersión en nitrógeno líquido.

Forma	Días	Tratamiento	pH	Acidez Cítrica (%)
Puré	20	NIT - P1	5.10	0.16
		NIT - P2	5.40	0.13
		NIT - P3	5.12	0.15
	40	NIT - P1	5.15	0.16
		NIT - P2	5.45	0.10
		NIT - P3	5.00	0.15
	60	NIT - P1	4.95	0.17
		NIT - P2	5.37	0.12
		NIT - P3	5.15	0.15

Cuadro 5. 32. Efecto del pH y acidez sobre el puré de/ palta, congelado en cámara.

Forma	Días	Tratamiento	pH	Acidez Cítrica (%)
Puré	20	CAM - P1	4.79	0.18
		CAM - P2	4.50	0.25
		CAM - P3	4.96	0.17
	40	CAM - P1	4.93	0.17
		CAM - P2	5.00	0.17
		CAM - P3	5.15	0.16
	60	CAM - P1	4.80	0.18
		CAM - P2	5.10	0.16
		CAM - P3	4.90	0.17

Cuadro 5.33. Efecto del pH y acidez sobre mitades de palta congelada por inmersión en nitrógeno líquido.

Forma	Días	Tratamiento	pH	Acidez Cítrica (%)
Mitades	20	NIT - M1	6.96	0.02
		NIT - M2	6.55	0.04
		NIT - M3	6.70	0.04
	40	NIT - M1	5.17	0.12
		NIT - M2	6.63	0.03
		NIT - M3	6.37	0.04
	60	NIT - M1	6.81	0.05
		NIT - M2	5.43	0.10
		NIT - M3	6.43	0.03

Cuadro 5.34. Efecto del pH y acidez sobre mitades de palta congelada en cámara.

Forma	Días	Tratamiento	pH	Acidez Cítrica (%)
Mitades	20	CAM - M1	6.01	0.07
		CAM - M5	6.32	0.05
		CAM - M8	6.01	0.08
	40	CAM - M1	5.95	0.07
		CAM - M2	6.35	0.07
		CAM - M3	5.88	0.06
	60	CAM - M1	5.93	0.08
		CAM - M2	6.35	0.45
		CAM - M3	5.95	0.07

Evaluación Sensorial

El producto procesado en forma de mitades (M); y de puré (P) bajo diferentes formulaciones de antioxidantes, y congelado en cámara y con nitrógeno líquido, fue evaluado por los jueces. En los Cuadros 5.35 y 5.36 se resumen los tratamientos utilizados en pulpa y mitades de paltas.

Cuadro 5.35 . Tratamientos de pulpa de paltas en mitades.

TRATAMIENTOS	ANTIOXIDANTES
M1	Ác. Cítrico 2%
M2	Ác. ascórbico 0.8%, ác. cítrico 0.2%
M3	Ác. ascórbico 0.8%, ác. Cítrico 0.2%, EDTA 0.035%

Cuadro 5.36. Tratamientos de paltas en puré

TRATAMIENTOS	ANTIOXIDANTES
P1	Ác. Ascórbico 0.3%, ác. cítrico 0.6%
P2	Ác. ascórbico 0.3%, ác. Cítrico 0.4%, sal 2%
P3	Ác. ascórbico 0.3%, ác. Cítrico 0.4%, EDTA 0.035%

El producto se sometió a evaluaciones sensoriales con el fin de establecer los siguientes parámetros: apariencia, color, textura y sabor de los diferentes tratamientos

Las evaluaciones se realizaron cada 20 días y participó un panel constituido en cada oportunidad por 10 jueces, los que emitieron su juicio según pauta entregada (Cuadro 5. 36).

Se utilizó una adaptación del Test no paramétrico de Friedman. Se empleó un sistema en bloque, para eliminar el efecto del nivel de entrenamiento de los jueces. Además cada evaluación fue considerada en forma independiente, ya que, no se contó con los mismos panelistas en cada oportunidad.

Dentro de cada ítem se asignaron rangos, para la correcta aplicación del test.

El análisis utilizado entrega el resultado del mejor tratamiento por evaluación realizada según la aceptación de los panelistas.

Con respecto al producto procesado en forma de mitades y congelado por inmersión en nitrógeno líquido (Cuadro 5.37), se puede observar que en cuanto a apariencia, color y sabor en las tres degustaciones realizadas, no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo tanto ninguno fue mejor que otro.

Cuadro 5.36. Planilla de degustación de congelado de paltas.

APARIENCIA	Muy Buena Buena Regular Mala Muy mala
COLOR	Verde oscuro Verde claro Verde amarillento Café
TEXTURA	Suave Áspera Gruesa
SABOR	Gusta No gusta Desagrada Indiferente Extraño
OBSERVACIONES: _____	

MUESTRA: _____	

Sólo en lo que involucra a la textura se aprecia que, el tratamiento 2 y 3 son e similares y significativamente mejores que el tratamiento 1 en la primera y tercera degustación. En la segunda degustación en tanto, el tratamiento 3 es significativamente mejor que los otros dos.

Los tratamientos de mitades de paltas congeladas en cámara (Cuadro 5. 38) no muestran ninguna diferencia significativa en lo que respecta a color, textura y sabor en las tres degustaciones realizadas.

En cuanto a la apariencia sólo la primera degustación resultó ser significativamente mejor para el tratamiento 3 con respecto a los otros dos. En las dos siguientes evaluaciones no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5.37. Resultados de mitades de paltas congeladas por inmersión en nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3
Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2
Ác. Cítrico 2% a NIT - M1	Ác. Cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% b NIT - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1

Segunda degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3
Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% b NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2
Ác. Cítrico 2% a NIT - M1	Ác. Cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico % b NIT - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1

Tercera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3
Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2
Ác. Cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% b NIT - M1	Ác. Cítrico 2% a NIT - M1

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5.38 Resultados de mitades de paltas congeladas en cámara, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%
EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a
CAM - M3	CAM - M3	CAM - M3	CAM - M3
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2% b	Ác. cítrico 0,2% a	Ác. cítrico 0,2% a	Ác. cítrico 0,2% a
CAM - M2	CAM - M2	CAM - M2	CAM - M2
Ác. Cítrico 2% b	Ác. cítrico 2% a	Ác. cítrico 2% a	Ác. cítrico 2% a
CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1

Segunda degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%	Ác. cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%
EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a
CAM - M3	CAM - M3	CAM - M3	CAM - M3
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a
CAM - M2	CAM - M2	CAM - M2	CAM - M2
Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a
CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1

Tercera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2%	ác. cítrico 0,2%	Ác. cítrico 0,2%	ác. Cítrico 0,2%
EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a	EDTA 0,035% a
CAM - M2	CAM - M3	CAM - M2	CAM - M2
Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%	Ác. Ascórb.0,8%
Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a	Ác. Cítrico 0,2% a
CAM - M3	CAM - M2	CAM - M3	CAM - M3
Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a	Ác. Cítrico 2% a
CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1	CAM - M1

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

En el Cuadro 5.39, se puede observar los tratamientos de mitades de palta congelada por ambos métodos.

La apariencia resultó ser no significativa para ninguno de los tratamientos en la segunda y tercera degustación.

Sólo se observa que en la primera degustación que los tratamientos 3 y 2 congelados por inmersión en nitrógeno son iguales y significativamente mejores (mayor rango de aceptación), que el resto de los tratamientos que son iguales y significativamente peores.

Con el color ocurre un caso similar, donde en la segunda y tercera degustación no se observan diferencias significativas entre tratamientos, teniendo el mismo nivel bajo de aceptación.

El color en la primera degustación es significativamente igual para los tratamientos 3 congelado en cámara, y 3 y 2 congelados por inmersión en nitrógeno líquido. Estos tratamientos son mejores que el resto de los tratamientos, que están en un rango menor de aceptación.

Para la textura y el sabor no hay ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, para las tres evaluaciones realizadas, ubicándose todos en un rango bajo de aceptación

Cuadro 5.39. Resultados de mitades de paltas congeladas en cámara y con nitrógeno líquido obtenido.

Primera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3	Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% b CAM - M3	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a CAM - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a CAM - M2
Ác. cítrico 2% b NIT - M1	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% b CAM - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% b CAM - M2	Ác. cítrico 2% b NIT - M1	Ác. cítrico 2% a CAM - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1
Ác. cítrico 2% b CAM - M1	Ác. cítrico 2% b CAM - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% a CAM - M1

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Segunda degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% NIT – M3 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% NIT - M3 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% NIT - M3 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% NIT - M3 a
Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% CAM - M3 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% CAM - M3 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% NIT - M2 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% CAM - M3 a
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% NIT – M2 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% NIT - M2 a	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% CAM - M3 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% NIT - M2 a
Ác. cítrico 2% NIT – M2 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% CAM - M2 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% CAM - M2 a	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% CAM - M2 a
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% CAM - M1 a	Ác. Cítrico 2% NIT – M1 a	Ác. cítrico 2% NIT - M1 a	Ác. cítrico 2% NIT - M1 a
Ác. cítrico 2% CAM - M1 a	Ác. Cítrico 2% CAM - M1 a	Ác. cítrico 2% CAM - M1 a	Ác. cítrico 2% CAM - M1 a

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Tercera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. Ascórb.0,8% ác. Cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a NIT - M3
Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3	Ác. Ascórb.0,8% Ác. Cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a CAM - M2	Ác. ascórb.0,8% ác. cítrico 0,2% EDTA 0,035% a CAM - M3	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a CAM - M2
Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a CAM - M2	Ác. ascórb.0,8% Ác. cítrico 0,2% a NIT - M2
Ác. cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% a CAM - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1
Ác. cítrico 2% a CAM - M1	Ác. cítrico 2% a CAM - M1	Ác. cítrico 2% a NIT - M1	Ác. cítrico 2% a CAM - M1

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

En general, es posible decir que la pulpa de palta elaborada en mitades independiente del tipo de antioxidante usado y de la forma en que fueron congeladas no tuvo una preferencia clara entre los panelistas, que puedan orientar a usar un determinado tratamiento o forma de congelación.

La palta procesada en mitades como lo indican además los resultados de color, pH y acidez se pardearon fuertemente perdiendo grados de aceptación en apariencia, color, textura y sabor.

Los métodos de congelados usados son apropiados según Benson (1963); Ubanek (1966); INTEC/CORFO (1979); Rodríguez, (1988); pero en este caso hay que mejorar el sellado (al vacío), utilizar nuevos antioxidantes, alginato de calcio (para la textura) y ácido acético.

El Cuadro 5.40 muestra los resultados de pulpa de palta procesada en puré y congelada con nitrógeno líquido. Se aprecia que en la apariencia y el color, en las tres degustaciones, no hay diferencias significativas entre los tratamientos y el grado de aceptación es bueno (rango superior) para los tres tratamientos.

En cuanto a la textura el tratamiento 2 es significativamente mejor (mayor aceptación) que los otros dos tratamientos en la segunda y tercera evaluación. Sólo en la primera degustación la textura no posee diferencias significativas entre los tratamientos, que tuvieron un buen grado de aceptación por parte de los panelistas (rango superior).

En lo que se refiere a sabor, el tratamiento 2 fue siempre significativamente mejor que los dos tratamientos restantes, que tuvieron una menor aceptación (rango medio).

El tratamiento 2, puede ser considerado en las tres evaluaciones como el mejor tratamiento en cuanto a sabor y el mejor en cuanto a textura en las dos últimas degustaciones. Posiblemente esta diferencia se deba al porcentaje de sal agregado, que mejora la textura y a la baja concentración de ácidos que no alteran el sabor, a diferencia del tratamiento 1 que posee una mayor concentración de ácidos, y del tratamiento 3 que posee EDTA que aunque en pequeña concentración fue detectado por los panelistas.

Cuadro 5.40 Resultados de puré de paltas congeladas por inmersión en nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

apariencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3

Segunda degustación

apariencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b NIT - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b NIT - P3

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Tercera degustación

apariencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a NIT - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% EDTA 0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b NIT - P3	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% b NIT - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b NIT - P1	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% EDTA 0,035% b NIT - P3

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

En el Cuadro 5.41 , aparecen los resultados de pulpa de palta procesada en puré y congelada en cámara. Se observa que en cuanto a la apariencia los tratamientos 2 y 3 son iguales y significativamente mejores (rango superior) que el tratamiento 1 en la primera y tercera degustación. En la segunda degustación sólo el tratamiento 3 es significativamente mejor que los otros dos tratamientos, que tuvieron una menor aceptación (rango medio). Cabe señalar que en este concepto no hubo falta de aceptación solo diferencias entre el rango mayor y el medio en aceptación.

En cuanto a color y textura en las tres degustaciones no se observan diferencias significativas y los tres tratamientos pueden ser considerados iguales (con un rango de aceptación alto).

En lo que se refiere a sabor el tratamiento 2 es nuevamente el mejor tratamiento en comparación a los dos restantes, en las tres degustaciones. Esto se debe posiblemente a las mismas razones antes expuestas (baja concentración de ácidos y un porcentaje de sal).

Cuadro 5.41. Resultados de puré de paltas congeladas en cámara, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% CAM - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b CAM - P3
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1

Segunda degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% b CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% b CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b CAM - P3

Tercera degustación

apariencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal 2% a CAM - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b CAM - P3

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Referente a los resultados de los tratamientos de puré de palta congelado por ambos métodos (Cuadro 5.42), se aprecia que en la segunda y tercera evaluación no se observan diferencias entre los tratamientos siendo el nivel de aceptación de los panelistas buena (rango superior). En la primera degustación el tratamiento 2 congelados por ambos métodos es igual y significativamente mejor que el resto de los tratamientos, con un rango medio de aceptación.

En lo que concierne a color y textura no se evidencian diferencias significativas para los tratamientos en las tres degustaciones (con un rango superior de aceptación).

Por último, en lo que se refiere al sabor, el tratamiento 2 congelado por ambos métodos, es igual y significativamente mejor de los tratamientos en las tres degustaciones, ya que, el resto de los tratamientos sólo poseen un rango medio de aceptación.

El método de congelado no parece tener diferencias significativas en cuanto a la aceptación los mismos tratamientos, ya que, por uno u otro método los resultados son muy similares en cuanto a apariencia, color, textura y sabor.

Cuadro 5.42. Resultados de puré de paltas congeladas en cámara y con nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% NIT - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% NIT - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% CAM - P2 a	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% Sal2% NIT - P2 a
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% CAM - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% CAM - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% NIT - P2 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% CAM - P2 a
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% NIT - P3. b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% NIT - P3 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% NIT - P3 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% CAM - P1 b
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% CAM - P3 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% CAM - P3 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% CAM - P3 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% NIT - P1 b
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% NIT - P1 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% NIT - P1 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% NIT - P1 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% NIT - P3 b
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% CAM - P1 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% CAM - P1 a	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% CAM - P1 b	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% CAM - P3 b

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Segunda degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NITN - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b NIT - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico0,4% a NIT - P1	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. cítrico0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b CAM - P3
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a P1 - CAM	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% b NIT - P3

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Tercera degustación

apariciencia	color	textura	sabor
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. Ascórb. 0,3% Ác. Cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a NIT - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% Sal2% a CAM - P2
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% a NIT - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA0,035% b NIT - P3
Ác. ascórb. 0,3% Ác.cítrico0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác.cítrico0,4% a NIT - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác.cítrico0,4% b NIT - P1
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác.cítrico0,4% a NIT - P1 .	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% a CAM - P3	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% EDTA 0,035% b CAM - P3
Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% a CAM - P1	Ác. ascórb. 0,3% Ác. cítrico 0,4% b CAM - P1

Letras iguales en la misma columna no indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Muy por el contrario y revisando los resultados de degustación, color, pH y acidez; procesar pulpa de palta congelada en forma de puré da buenos resultados, no siendo necesario la utilización de envases especiales o sellados al vacío.

En forma independiente al método de congelado, los resultados en esta modalidad de procesar paltas son alentadores. Si es preciso utilizar un sistema de congelación determinado, se hace más conveniente el usar una congelación en cámara que es más económico y fácil de operar, además da tan buenos resultados como el nitrógeno líquido para la pulpa de palta en forma de puré.

Los tratamientos usados para la pulpa de palta en forma de puré, permiten mantener una buena apariencia, un excelente color, una adecuada textura y mantener el sabor (tratamiento 2).

Sería conveniente probar nuevas formulaciones con porcentajes de antioxidantes inferiores para lograr un producto lo más natural posible, conservando características de calidad.

5.2.3 Evaluación de congelado en palta (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.

Análisis de pH y acidez :

Cultivar Fuerte :

En relación con el pH y de la acidez en la pulpa congelada del cultivar Fuerte (Cuadro 5.43), se determinó, con una probabilidad de error del 5 %, que existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero no entre las fechas de evaluación, así como tampoco de la interacción entre tratamiento y fechas; es decir, el comportamiento de todos los tratamientos se mantuvo constante durante las cuatro fechas de evaluación. Sólo hay diferencias entre los tratamientos, situación demostrada por el estadístico de prueba.

Cuadro 5.43. Variaciones del pH y acidez (g. de ác. cítrico en 100 mL de solución), producto del efecto entre los tratamientos antioxidantes, en la pulpa del cv. Fuerte.

TRATAMIENTOS	pH	acidez
T0	6.19 c *	3.15 a
T1	4.40 a	12.17 b
T2	6.01 c	2.91 a
T3	5.45 b	3.23 a

* Promedios con letras iguales son estadísticamente idénticas, con un nivel de significancia de 0,05, según el test de comparación de medias Tukey.

Debido a que no hay variación entre las fechas, se puede deducir que el pH y acidez se mantienen constantes en el tiempo para todos los tratamientos.

Al analizar el pH y la acidez, se observa que el tratamiento testigo (T0) es similar al T2 (trozos tratados con ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %), esto se explica porque este último tratamiento fue sumergido en una solución de antioxidante con la menor dosis, lo que no afectó el pH de los trozos al no penetrar esta en su interior.

El tratamiento 1 (T1) (presentación como puré con ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %), presenta diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos, debido a su menor pH y mayor acidez; esto se produce, porque la solución antioxidante se mezcló a la pulpa directamente afectando este parámetro.

Cultivar HASS.

Del análisis estadístico del pH y de la acidez de la pulpa congelada del cultivar Hass, se determinó con una probabilidad de error del 5 %, que existen diferencias significativas entre los tratamientos, las fechas de evaluación y en la combinación entre ellos.

Al observar los valores promedio en el Cuadro 5.44, se aprecia una tendencia general de los tratamientos a subir su pH durante los primeros 20 días de almacenaje, para luego disminuir levemente en las siguientes fechas, tendencia que se repite en el Cuadro 5.45, donde la acidez presenta igual componente. Esta situación puede ser el resultado de una Congelación lenta donde se originan cristales de hielo puros y, por lo tanto, hay concentración de solutos en los espacios líquidos residuales más elevada que por la congelación rápida. Una de las consecuencias del aumento de la concentración de los solutos (capaces de reaccionar entre sí) es la producción de reacciones de hidrólisis en catálisis ácida o alcalina, a pesar del descenso de la temperatura hasta -5 y -15°C, lo que estaría modificando el pH de la pulpa (Cheftel, *et. al*, 1976).

Cuadro 5.44. Variaciones del pH producto de la interacción del tratamiento y de la fecha de evaluación del producto en el cv. Hass.

pH	Inicial	20 días	40 días	60 días
T 0	6.67 def *	6.91 efg	7.47 g	7.19 fg
T 1	5.38 ab	5.85 a	5.68 ab	5.72 ab
T 2	6.46 cde	6.82 def	6.73 def	6.02 bc
T 3	6.28 bcd	6.81 def	6.64 def	6.65 def

* Promedios con letras iguales son estadísticamente idénticas, con un nivel de significancia de 0.05, según el test de comparación de medias Tuckey.

En la primera evaluación, día 0, el T 0 (testigo) presentó diferencias significativas con el T 1 (puré con ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %); sin embargo, se considera similar a T2 (trozos con ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y T3 (trozos ác. ascórbico 1.0 % y ác. cítrico 0.5 %). Al observar el comportamiento a través del tiempo, se puede advertir que T0 y T2, en general, se mantienen estadísticamente sin diferencias significativas, y junto con T3 se consideran tratamientos similares; por lo tanto, no hay efecto de las fechas en los resultados obtenidos sobre el pH de la pulpa.

El tratamiento T1 (puré con ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) en el día 0, es estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, situación que se mantiene en todas las fechas. Si se analiza la evolución de éste en el tiempo, se puede observar que es similar a los 20, 40 y 60 días.

La diferencia observada entre el tratamiento T1 y el resto de los tratamientos pudo producirse, al igual que en el cv. Fuerte, debido a una mayor absorción de los antioxidantes en la pulpa procesada como puré, dado, además, por las características ácidas de los antioxidantes.

Cuadro 5.45. Variaciones de la acidez (gr de ác. cítrico en 100cc de solución), producto de la interacción del tratamiento y de la fecha de evaluación del producto, en el cv. Hass.

Acidez	Inicial	20 días	40 días	60 días
T 0	0.26 a	1.19 cde	0.34 ab	0.68 abcd
T 1	1.42 def	2.89 g	2.08 fg	1.84 ef
T 2	0.47 abc	0.88 abcd	1.02 abcd	1.36 def
T 3	0.79 abcd	1.32 def	1.12 bcde	1.02 abcde

* Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales, con un nivel de significancia de 0,05, según el test de comparación de medias Tuckey.

Al observar el Cuadro 5.45, se aprecia que, en general, la acidez se mantiene sin diferencias significativas durante todo el proceso de almacenamiento del producto, para T0 (testigo), T2 (trozos con ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y T3 (trozos ác. ascórbico 1.0 % y ác. cítrico 0.5 %) lo que demuestra que T0, T 2 y T3 producen el mismo efecto sobre la acidez de la pulpa.

El tratamiento T1 (puré con ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) presenta, estadísticamente, diferencias significativas con el resto de los tratamientos, al igual que el cv. Fuerte; la mayor acidez de éste se debe a la forma de presentación puré, que facilita la absorción de la solución antioxidante.

5.2.4 Análisis sensorial :

El análisis sensorial corresponde a una clasificación realizada por 10 jueces que conforman un panel de degustación, quienes evalúan en un rango de 1 a 3, donde 1 representa el mayor grado de aceptación o preferencia. Para determinar la evolución de las variables cualitativas en el tiempo, se deben observar los valores promedio de cada una de las mediciones, mientras que para determinar la preferencia de los tratamientos dentro de una misma fecha, se debe observar la letra que acompaña el valor promedio.

Cultivar Fuerte

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como apariencia externa, color textura, aroma y sabor (Cuadros 5.46 a y b), se pudo establecer que existe un tratamiento distinto, por lo tanto, se considera que hay efecto del tratamiento en la calidad final de la pulpa. Considerando los parámetros más importantes como sabor y apariencia, se puede establecer que la aceptación de esta variedad en el caso de puré, dura sin problemas sobre 30 días de almacenaje y para los trozos, alcanza los 40 días para esta variedad.

Cuadro 5.46 a . Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Fuerte.

		PURÉ				
Tratamientos		apariciencia	color	textura	aroma	sabor
Día 0	T0	1.00 a	1.50 a	1.20 a	1.70 a	1.90 a
	T1	1.00 a	1.60 a	1.00 a	1.50 a	1.60 a
Día 20	T0	2.40 b	2.10 a	1.60 a	2.40 b	2.80 b
	T1	1.50 a	1.80 a	1.20 a	1.50 a	2.00 a
Día 40	T0	3.00 b	2.60 b	1.80 a	2.30 b	2.80 b
	T1	1.10 a	1.90 a	1.20 a	1.40 a	2.40 a
Día 60	T0	3.00 b	2.80 b	1.50 a	2.60 b	2.90 a
	T1	1.20 a	1.30 a	1.50 a	1.70 a	2.70 a

Letras iguales indican tratamientos similares en la misma fecha al 0,05 %, según test de Freedman.

Apariencia : se puede observar que sólo en la primera evaluación no hubo diferencia entre los tratamientos. En las siguientes evaluaciones, se consideró mejor el T1 (puré con ác. ascórbico 0.3 %, ác. cítrico 0.2 % y sal 2 %) que el tratamiento T0 (testigo), lo que se debió al pardeamiento que sufrió la muestra testigo una vez descongelada. El tiempo que dura la calidad de T0 es menor a 40 días, ya que, desde esta fecha en adelante, se considera en el nivel mínimo, como mala; en cambio el caso de T1 al día 60 se considera cercano a muy bueno.

Color : En el día 0 y 20, no hubo diferencia para ambos tratamientos considerados como verde oscuro a amarillo; a partir del día 40, se observa una preferencia por el tratamiento I. Al igual que el caso anteriores pardeamiento que sufre el testigo, una vez descongelada la pulpa, debido a que el testigo, como no presenta antioxidantes las reacciones ocurren desde el momento de la elaboración de la pulpa y continúan mientras va disminuyendo la temperatura; es decir, la reacción ya ocurrió. Su expresión es lo que observamos en el momento de descongelado como colocaciones oscuras que son catalogadas en un rango cercano al café.

Textura : Los tratamientos son igualmente preferidos en todas las fechas de muestreo, aunque se aprecia una leve tendencia a pasar de textura suave al inicio a textura gruesa. en las últimas mediciones.

Aroma : Se consideran iguales sólo el día 0, luego se prefiere el T1 con una calificación cercana a indiferente, "entras que la aceptación de T0 fue muy baja, evaluándose en un rango cercano a desagradable.

Sabor Los tratamientos son catalogadas como iguales sólo el día 0, luego se prefiere el T1. Aunque el grado de preferencia no es muy alto es mejor que el testigo siendo calificado como regular, mientras que T 0 desde el día 20 en adelante se considera como malo por los panelistas.

Cuadro 5.46 b. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv. Fuerte.

		TROZOS				
Tratamientos		apariencia	color	textura	aroma	sabor
Día 0	T0	1.20 a *	1.90 a	1.70 a	1.50 a	1.70 a
	T1	1.20 a	1.90 a	1.70 a	1.60 a	1.60 a
Día 20	T0	1.50 a	1.80 a	1.20 a	1.50 a	1.90 a
	T1	1.80 a	1.80 a	1.30 a	2.00 a	2.10 a
Día 40	T0	2.50 a	2.40 a	1.50 a	2.00 a	2.50 a
	T1	2.70 a	2.40 a	1.60 a	2.20 a	2.70 a
Día 60	T0	2.90 a	2.60 a	2.00 a	2.60 a	2.80 a
	T1	2.50 a	2.60 a	1.70 a	2.40 a	2.60 a

Letras iguales indican tratamientos similares en la misma fecha al 0,05 %, según test de Freedman.

Apariencia. Ambos tratamientos se mantienen en igual nivel de preferencia hasta el día 60 donde sólo T 3 es preferido, aunque ambos presentan una tendencia a disminuir su calidad, ya que su calificación es muy baja.

Color : Son igualmente preferidos, evolucionando los tratamientos desde el verde oscuro al verde amarillento.

Textura : La textura, desde el inicio hasta las mediciones finales, para los dos tratamientos se mantiene igual en un rango cercano a suave.

Aroma : Se mantienen iguales, aunque por los valores promedio se aprecia una evolución desde un aroma indiferente a desagradable, disminuyendo la calidad.

Sabor: No se observan preferencias. La calificación para ambos tratamientos fluctúa entre el rango de regular a malo, siendo este parámetro uno de los más relevantes. Se puede decir que hay una disminución de la calidad comercial del producto a través del tiempo.

Cultivar Hass.

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como apariencia externa, Color, textura, aroma y sabor, se pudo establecer que no existe un tratamiento distinto, por lo tanto, se considera que éste no provoca efecto alguno. Cuadros 5.47 a y b)

En general, esta variedad presenta una buena respuesta al tratamiento de congelado, ya que su calidad permanece aceptable por más de 40 días en el caso del puré y para los trozos, la calidad se mantiene por menor tiempo, debido a que en esta forma de presentación aparecen colocaciones oscuras en la pulpa a partir de los 20 - 40 días, disminuyendo su calidad comercial y sensorial

Cuadro 5.47.a Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Hass.

		PURÉ				
Tratamientos		apariencia	color	textura	aroma	sabor
Día 0	T0	1.10 a*	1.90 a	1.60 a	1.30 a	1.40 a
	T1	1.00 a	1.60 a	1.40 a	1.30 a	1.20 a
Día 20	T0	1.20 a	1.30 a	1.20 a	1.90 a	1.80 a
	T1	1.00 a	1.70 a	1.20 a	1.80 a	1.70 a
Día 40	T0	1.20 a	1.50 a	1.20 a	2.00 a	1.90 a
	T1	1.30 a	1.50 a	1.40 a	1.80 a	1.80 a
Día 60	T0	2.00 b	1.30 a	1.50 a	2.00 a	2.70 a
	T1	1.60 a	1.40 a	1.50 a	2.20 a	2.50 a

Letras iguales indican tratamientos similares en la misma fecha al 0,05 %, según test de Freedman.

Apariencia : Entre los tratamientos no existe preferencia en ninguna fecha y por los valores promedio se observa una leve tendencia que va de muy buena a buena.

Color: Se mantiene, en ambos casos, en un rango cercano al verde amarillo.

Textura : Para ambos tratamientos se mantienen iguales durante todas las fechas en una aceptación alta catalogada como suave.

Aroma : Son igualmente preferidos, su calificación fluctúa entre agradable el día 0, e indiferente las fechas restantes.

Sabor : no hubo preferencia por alguno y fueron catalogados el día 0 como regular, disminuyendo hasta llegar al día 60, momento en el cual es considerado malo

Cuadro 5.47 b. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv.Hass.

		TROZOS				
Tratamientos		apariencia	Color	textura	aroma	sabor
Día 0	T0	1.20 a	1.90 a	1.40 a	1.70 a	1.90 a
	T1	1.30 a	1.90 a	1.40 a	1.70 a	1.80 a
Día 20	T0	2.00 a	1.90 a	1.20 a	1.90 a	2.20 a
	T1	2.10 a	1.80 a	1.20 a	1.90 a	2.30 a
Día 40	T0	2.40 a	2.00 a	2.40 a	2.30 a	2.60 a
	T1	2.50 a	2.10 a	2.30 a	2.10 a	2.80 a
Día 60	T0	2.80 a	2.10 a	2.10 a	1.90 a	2.80 a
	T1	2.80 a	2.20 a	2.00 a	2.10 a	2.90 a

Letras iguales indican tratamientos similares en la misma fecha al 0,05 %, según test de Freedman.

Apariencia : Estadísticamente no hay preferencias, pero los valores promedio muestran una tendencia a la calificación intermedia que significa una apariencia regular.

Color : Se mantiene igual en los dos tratamientos y para todas las fechas en un nivel cercano al verde amarillo.

Textura : Para ambos tratamientos se mantienen iguales en todas las fechas con una tendencia, a partir del día 40, a pasar de textura suave a gruesa.

Aroma : No muestran presencia por algún tratamiento. Ambos se consideraron con mediana aceptación, es decir, fueron catalogados como indiferentes.

Sabor : Estadísticamente no hay preferencias, aunque los valores promedio indican que hay una tendencia, en todas las fechas a fluctuar en un rango de baja aceptación .

Análisis objetivo del color :

El color de la pulpa tanto presentada como puré o como trozos mientras estuvo congelada, se mantuvo en general inalterable durante todo el almacenaje de las variedades Fuerte, Hass

(Cuadros 5.48 y 5.49). Este comportamiento desarrollado por el producto era esperado, ya que el almacenaje en cámara de congelado, donde existe una temperatura de -18.0°C , reduce notablemente la velocidad de las reacciones químicas y se paralizan completamente las reacciones metabólicas celulares (Cheftel - Cheftel. 1976), lo cual indica que se inhibe la acción de la PPO, y la transformación de taninos de la palta, una catequina y una flavona en compuestos melanoides, que se visualiza como cambios en la coloración del producto (Biale y Young, 1971).

Una vez que los tratamientos fueron descongelados para realizar los análisis y el panel de degustación, se detectaron diferencias entre el testigo y los tratamientos que contenían antioxidante. Esta situación se debe a que el testigo (sin antioxidantes), al alcanzar la temperatura ambiente en la que funcionan las enzimas, éstas iniciaron su proceso de deterioro afectando la calidad de la pulpa; además, los antioxidantes utilizados reducen el pH del medio afectando la actividad de la enzima polifenoloxidasas (Schmidt-Hebbel. 1981).

La diferencia entre el tratamiento 1 (puré con ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2 %) presentado como puré frente a los tratamientos T2 (trozos con ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y T3 (trozos con ácido ascórbico 1.0 %, ácido cítrico 0.5 %) radica en que el T1 se mantuvo sin variación en las muestras en cada una de las fechas evaluadas, debido fundamentalmente a que al mezclar en forma homogénea la solución antioxidante con la pulpa, la penetración y la unión con el ácido ascórbico y el ácido cítrico es total, lo cual permite inhibir el pardeamiento enzimático (Cheftel-Cheftel. 1976, Schmidt-Hebbel. 1980).

Para el caso de los tratamientos de palta como trozos, se observa en los cuadros 5.46 b y 5.47 b que, a partir de la segunda o tercera fecha de evaluación, siempre se visualiza pardeamiento enzimático, dado por una baja difusión del antioxidante a través del tejido vegetal, a una baja concentración de la solución antioxidante o un bajo tiempo de exposición a la solución antioxidante, lo que provocó el oscurecimiento de los trozos una vez descongelados.

El color de la pulpa medido en el cv. Fuerte presenta claras diferencias según el tratamiento a que fue sometida. El análisis mostró un color verde amarillo apagado desde la segunda fecha de evaluación, mientras que el tratamiento 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2 %) se mantuvo inalterable, verde amarillo claro hasta los 60 días, sin mostrar colocaciones oscuras. En el caso de la pulpa presentada como trozos T2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %), T3 (ácido ascórbico 1.0 % y ácido cítrico 0.5 %), se observa un pardeamiento a partir de los 40 días siendo éstos los más afectados, lo que indica que, por una parte, la dosis no fue suficiente para controlar el pardeamiento enzimático y, por otra, que el tiempo de exposición a la solución fue muy corto o el tipo de antioxidante utilizado no es el adecuado para esta forma de presentación. (Cuadro 5.48.)

Cuadro 5.48. El color de la pulpa de palta cv. Fuerte en los distintos tratamientos

	L	a	b	c	color
Día 0					
T 0	65.8	- 20.5	25.2	36.73	verde amarillo claro
T 1	67.3	- 19.3	34.1	37.38	verde amarillo claro
T 2	65.8	- 17.6	31.7	36.26	amarillo verde claro
T 3	63.5	- 18.1	29.7	31.37	amarillo verde claro
Día 20					
T 0	60.0	10.1	31.7	32.98	verde amarillo pagado
T 1	61.6	- 2.38	34.4	46.67	verde amarillo claro
T 2	55.6	- 13.5	29.6	29.81	amarillo verde apagado
T 3	63.8	- 12.8	33.4	35.76	amarillo verde apagado
Día 40					
T 0	63.5	- 8.4	33.2	34.32	verde amarillo apagado
T 1	65.9	- 23.8	36.1	35.30	verde amarillo claro
T 2	50.7	- 2.4	28.9	29.00	amarillo grisáceo
T 3	57.9	- 4.2	28.8	29.10	amarillo grisáceo
Día 60					
T 0	60.9	- 7.0	29.8	30.61	verde amarillo grisáceo
T 1	68.8	- 12.2	35.0	35.06	verde amarillo claro
T 2	58.9	- 12.5	33.8	30.04	amarillo grisáceo
T 3	53.5	- 5.4	30.6	29.07	amarillo grisáceo

El color de la pulpa presentada como puré del cv. Hass, en el caso del testigo, se observa como verde amarillo apagado a partir de la segunda fecha de evaluación, es decir, desde los 20 días, a diferencia del tratamiento 1 (ác ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %), que se mantuvo inalterable durante los 60 días. Para la pulpa presentada como trozos, primero se notó una coloración oscura a los 40 días en T 2 (ác ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y más tarde, a los 60 días, en T 3 (ác ascórbico 1.0 %, ácido cítrico 0.5 %). La diferencia se debe principalmente a que el T 2 se trata con una menor dosis en la solución antioxidante, por lo que tiene un menor efecto sobre el producto. (Cuadro 5.49).

Cuadro 5.49. El color de la pulpa de palta cv. Hass en los distintos tratamientos

		L	a	b	c	color
Día 0	T 0	57.3	- 26.2	32.3	46.46	verde amarillo vivo
	T 1	64.3	- 22.9	35.5	47.71	verde amarillo vivo
	T 2	63.6	- 18.7	41.1	42.01	amarillo verde vivo
	T 3	61.6	- 20.4	40.2	41.52	amarillo verde vivo
Día 20						
	T 0	52.7	- 22.6	38.8	40.79	verde amarillo apagado
	T 1	56.4	- 23.7	37.5	39.92	verde amarillo vivo
	T 2	50.8	- 15.5	34.2	57.55	amarillo verde vivo
	T 3	59.5	- 3.8	41.4	41.57	amarillo verde vivo
Día 40						
	T 0	53.5	- 13.2	36.9	39.19	verde amarillo apagado
	T 1	57.1	- 24.8	37.8	45.59	verde amarillo vivo
	T 2	49.3	- 6.2	26.9	27.61	amarillo verde grisáceo
	T 3	53.2	- 10.2	33.3	34.83	amarillo verde apagado
Día 60						
	T 0	49.9	- 11.5	35.6	37.41	verde amarillo apagado
	T 1	68.9	- 18.8	30.1	31.36	verde amarillo claro
	T 2	57.3	- 5.0	33.7	24.07	amarillo verde grisáceo
	T 3	58.3	- 3.8	29.76	26.97	amarillo verde grisáceo

5.2.5 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (*persea americana* Mill) cv. Hass en mitades.

5.2.5.1 Subensayo N° 1:

Paltas Refrigeradas

Las paltas almacenadas en cámara de refrigeración presentaron pardeamiento y pudriciones intensas y generalizadas ya a los 10 días sin mostrar alguna diferencia entre tratamientos. Su coloración era completamente café oscura, sin ninguna zona en que se pudiese ver la coloración típica de la palta, y se observaron colonias de hongos de forma circular y color

blanco y gris abundantes que cubrían la mayor parte del tejido, inclusive la cáscara y el carozo cuando estaban presentes.

Esta situación puede deberse a que la temperatura utilizada para la refrigeración (4 °C) no fue lo suficientemente baja como para reducir la actividad de la polifenoloxidasas, ni la velocidad de las reacciones no enzimáticas que llevan al pardeamiento.

En cuanto a los desordenes patológicos, su alta incidencia se debe en primer lugar al alto nivel de contaminación del producto con microorganismos, cuyo desarrollo no es afectado mayormente por la temperatura de almacenaje utilizada. Esto sugiere la necesidad de mejorar las condiciones de asepsia en que se lleva a cabo el proceso, de modo de reducir la carga microbiana inicial del producto y así la incidencia de patologías durante su almacenaje.

Paltas Congeladas

Pardeamiento

El nivel de pardeamiento promedio obtenido para las paltas sin antioxidante fue mayor que en las con antioxidante y a su vez éste fue mayor en frutos con 2 lb de presión que en los con 4 lb de presión (Cuadro 5.50).

Cuadro 5.50. Nivel de pardeamiento observado en paltas congeladas en mitades con y sin tratamiento antioxidante y con dos grados de madurez.

PARDEAMIENTO			
TRATAMIENTOS	2 lb	4lb	Promedio
Con Antioxidante	1	0,4	0,7
Sin Antioxidante	2,2	1,3	1,8
Promedio	1,6	0,9	

Valores promedios obtenidos de un total de 32 frutos congelados en mitades.

Valor 0= Sin pardeamiento, 1= Leve, 2= Medio, 3=Alto

El menor pardeamiento observado en las paltas tratadas con la solución de los ácidos ascórbico y cítrico, indica que esta última efectivamente se absorbió y que su efecto antioxidante fue efectivo para controlar este fenómeno en la pulpa de palta, pero no tanto en el control de la oxidación de haces vasculares del fruto.

El nivel de pardeamiento de los tratamientos con antioxidante fue leve, éste no fue nulo, debido a la oxidación de haces vasculares que muestran una coloración café oscura notoria. Por su parte los tratamientos sin antioxidante presentaron, además del oscurecimiento de haces vasculares, un color de pulpa café - rojizo en torno al carozo o bien en torno a la zona

de inserción del mismo cuando no se encuentra, pese a lo cual el nivel de pardeamiento promedio de éstos es de leve a medio.

El mayor nivel de pardeamiento observado en las paltas con madurez más avanzada, se podría explicar por una menor integridad celular en la pulpa, lo que no permitió una adecuada acción de los antioxidantes incorporados.

Cabe señalar que, aunque en forma leve, el nivel de pardeamiento aumenta en la medida que avanza la descongelación, por lo cual los valores presentados en el Cuadro 5.50 sólo reflejan el estado del material después de aproximadamente una hora de haber salido de almacenaje, que fue el momento en que se registraron. Sin embargo el pardeamiento siempre fue mayor en los tratamientos sin antioxidante.

Textura

Al analizar la textura, el panel de evaluación sensorial, través del tacto y degustación detectó diferencias importantes entre los tratamientos según el nivel de madurez con que se procesó el material, presentando una menor calidad las paltas con 2 lb comparadas con las de 4 lb, situación que se atribuye a un mayor nivel de ablandamiento inicial de las primeras, la que se incrementó con la ruptura celular que implica el proceso de congelación.

Al degustar las muestras provenientes de paltas con 2lb, se observó una consistencia más bien acuosa y algo granulosa, mientras aquellas provenientes de paltas con 4 lb, fueron más cremosas y similares al sabor natural de la palta. Incluso en estas últimas se mantuvo algo del aroma característico del fruto.

Al tacto la pérdida de textura se expresó como una deformación de los bordes de las mitades al momento de tomarlas, lo cual deteriora la apariencia del producto, principalmente en ausencia de cáscara. En la medida que avanza la descongelación se ablandan otros sectores del fruto, además del borde, con la consiguiente deformación éstos.

El deterioro de la textura es notable en la medida que el fruto se descongela siendo esto una de las principales limitantes de su calidad. También es un problema la gran desuniformidad y lentitud con que ocurre este proceso, ya que mientras los bordes presentan un aspecto acuoso, el centro de la pulpa aún está congelado impidiendo el consumo del producto.

Sabor

En general fue catalogado sólo como aceptable debido al desarrollo de algunos sabores extraños asociados a rancidez incipiente y exceso de acidez (Cuadro 5.51).

Cuadro 5.51. Sabor observado en paltas congeladas en mitades con y sin tratamiento antioxidante, con o sin cáscara y con dos grados de madurez.

SABOR			
TRATAMIENTOS		2 lb	4lb
Con Antioxidante	Con Cáscara	2,5	2,5
	Sin cáscara	1,8	2,0
Sin antioxidante	Con cáscara	2,5	2,6
	Sin cáscara	2,2	2,5

Valores promedios obtenidos a partir 8 frutos congelados en mitades.

Valor 1=sabor desagradable, 2=Aceptable, 3=Agradable

No hubo una tendencia clara hacia algún tratamiento en cuanto a rancidez pero sí la hubo en cuanto a la acidez. En efecto, los tratamientos con antioxidante presentaron un sabor mas ácido que los sin antioxidante, al igual que los sin cáscara al compararlos con los con cáscara, lo cual concuerda con los porcentajes de acidez obtenidos (Cuadro 5.53) e indica que el exceso de acidez es una de las principales causas de deterioro del sabor. Sin embargo esto no representa mayor problema en la utilización de esta solución en la conservación de paltas congeladas, ya que su sabor en general es aceptable.

A pesar de que los frutos con menor madurez absorbieron más ácidos, presentaron mejor sabor que los más maduros debido a que los primeros conservan características más parecidas a las del producto natural, principalmente en cuanto al aroma y textura que tienen gran influencia sobre el sabor.

El desarrollo de un cierto grado de rancidez se debió a la presencia de oxígeno y de la enzima lipoxidasa que, debido a la ausencia de algún tratamiento que la destruya previa congelación, reanuda su actividad con la descongelación. Además, la utilización de un envase que no impide la llegada de luz ultravioleta al producto, favoreció el fenómeno.

Apariencia General

Las principales limitantes de la apariencia de este producto son el pardeamiento y la deformación producto de la pérdida de firmeza de la pulpa, confirmando esto último lo señalado por Cheftel (1976) referente a la pérdida de textura en los productos que se conservan a través de la técnica de congelación. De acuerdo con ello los tratamientos con mejor apariencia fueron los con cáscara y con antioxidante, tanto con como sin carozo, los cuales presentaron un nivel bueno a pesar del oscurecimiento de sus fibras (Cuadro 5.52).

Cuadro 5.52. Apariencia general de paltas congeladas en mitades con y sin tratamiento antioxidante y con dos grados de madurez.

APARIENCIA GENERAL				
TRATAMIENTO	2 lb		4 lb	
	Con Cáscara	Sin Cáscara	Con Cáscara	Sin Cáscara
Con Antioxidante	2,2	1,3	3	2,4
Sin Antioxidante	1,7	1	1,7	1,2

Valores promedios obtenidos a partir de 8 frutos congelados en mitades.

Valor 1=Mala apariencia, 2=Aceptable, 3=Buena.

En definitiva los tratamientos con 2 lb de presión y sin antioxidante son los de peor apariencia debido al pardeamiento tanto de pulpa como de haces vasculares. La situación empeora cuando además el fruto está pelado, debido a la deformación antes mencionada y a la irregularidad de su forma producto de los cortes del proceso de pelado.

No se observó diferencia importante en entre los tratamientos con y sin carozo, sin embargo esta observación está sujeta a las preferencias personales del consumidor.

Acidez

En los resultados de porcentaje de acidez obtenidos se observó, tal como se esperaba, que existe un mayor contenido de ácidos ascórbico y cítrico en los tratamientos con antioxidante, lo que explica el menor nivel de pardeamiento observado en ellos (Cuadro 5.53).

Por otra parte, en los tratamientos con antioxidante, se observó que en promedio las paltas con 2 lb de presión presentaron un menor porcentaje de acidez que las con 4 lb, lo que indica una menor absorción de ácido en las primeras que puede deberse al mayor contenido de aceite que se infiere de su mayor grado de madurez, lo cual dificultaría el paso de sustancias hidrosolubles. Los tratamientos sin antioxidante no presentaron diferencias en el porcentaje de acidez al comparar ambos niveles de madurez, lo cual indica que no existe una evolución importante del porcentaje de acidez entre paltas con 2 y 4 lb de presión.

En cuanto a la presencia o ausencia de cáscara se observó que los tratamientos que no la poseían absorbieron más antioxidante, situación que se esperaba debido a la barrera que esta estructura representa para la absorción de soluciones. Sin embargo, esto no se tradujo en una diferencia entre el nivel de pardeamiento de paltas con o sin cáscara, tal como se señaló en el ítem correspondiente.

En los tratamientos sin antioxidantes se observó una tendencia a un mayor porcentaje de acidez en aquellos en que se mantuvo el carozo, lo cual se explica por el contenido natural de ácidos que esta estructura posee. Sin embargo, esta diferencia no se mantuvo en los tratamientos con antioxidante y explica el hecho de que no se hayan observado diferencias entre ellos en cuanto al nivel de pardeamiento.

Cuadro 5.53. Porcentaje de acidez en paltas congeladas en mitades durante 30 días (gr de ácido / 100 gr de solución de palta)

			Ac. Ascórbico		Ac. Cítrico	
			2 lb	4 lb	2 lb	4 lb
Con Antioxidante	Con Carozo	Con Cáscara	0,555	0,563	0,228	0,322
	Con Carozo	Sin Cáscara	0,836	1,263	0,511	0,645
	Sin Carozo	Con Cáscara	0,718	0,563	0,274	0,321
	Sin Carozo	Sin Cáscara	1,355	2,590	1,012	1,472
Promedio			0,866	1,244	1,012	0,690
Sin antioxidante	Con Carozo	Con Cáscara	0,313	0,225	0,233	0,128
	Con Carozo	Sin Cáscara	1,006	1,013	0,503	0,576
	Sin Carozo	Con Cáscara	0,501	0,331	0,212	0,222
	Sin Carozo	Sin Cáscara	0,117	0,225	0,151	0,128
Promedio			0,484	0,448	0,274	0,263

Valores sin negrita son promedios obtenidos a partir de 2 frutos congelados en mitades.

5.2.5.2 Subensayo N° 2 .

A los 20 días de almacenaje refrigerado se observó un pardeamiento intenso y generalizado en todos los tratamientos, sin diferencia alguna entre los con y sin antioxidante, lo cual corrobora los resultados obtenidos en el primer ensayo y reafirma la ineficacia de la temperatura de 4 °C como reductora de las reacciones de pardeamiento enzimático.

Por otra parte la incidencia de patologías también fue alta y generalizada. Todos los tratamientos presentaron un micelio blanco con algunas zonas grisáceas en todas partes del fruto: cáscara, pulpa y carozo. El nivel de incidencia de estos desórdenes fue igual entre los tratamientos con y sin luz, lo cual indica que la ausencia de luz no es efectiva en la reducción de patologías, al menos a una temperatura de almacenaje de 4 °C. (7,8).

Esta situación impidió la evaluación de los demás parámetros.

5.3 Deshidratación Osmótica

5.3.1 Caracterización de la materia prima

Antes de comenzar los ensayos se midió el contenido de humedad, el contenido de aceite, el contenido de sólidos solubles, el pH, la actividad de agua y el color de la materia prima. Los resultados se entregan en el Cuadro 5.54.

Cuadro 5.54. Características físicas y químicas de palta cv fuerte.

Humedad (%)	pH	S. Solubles (°Brix)	Aceite (g/100g M.S.)	Aw	L*	Color a*	b*
80,7	5,9	4,7	55,8	0,968	60,7	-12,5	31,2

5.3.2 Evolución de las variables evaluadas durante la DO de palta

- Contenido de humedad

Después de cuatro horas de deshidratación se produjo una pérdida de humedad que fluctuó en los tres tratamientos entre 14,84 y 39,39%. Se observó además una diferencia en el contenido de humedad entre el tratamiento con NaCl (T1) y el de la mezcla (T3), y entre el tratamiento de maltodextrina (T2) y el de la mezcla. Esta diferencia se mantuvo hasta el final. La variación del contenido de humedad durante la DO se puede observar en la Figura 5.6.

Es muy notorio el efecto de sinergismo que hay entre el NaCl y la maltodextrina, pues para una misma concentración total de solutos, la mezcla fue significativamente más efectiva, obteniéndose palta con un valor promedio de 59,23% de humedad, en comparación al 69,84% de humedad que genera el tratamiento de maltodextrina sola. Esto concuerda con los trabajos realizados por Lerici *et al* (1985) y Lenart y Flink (1984a y b), en otras frutas.

Se ha sugerido que este sinergismo se debe a que los iones del NaCl impedirían la formación de una capa de azúcar alrededor del trozo de alimento, y el azúcar, a su vez, limitaría la entrada de iones (Lenart y Flink, 1984a).

Al contrario de lo que establecieron Hawkes y Flink (1978) para la manzana, el NaCl no resultó ser un buen agente osmótico para la palta. Esto, sin considerar el desagradable gusto salado que le entregó.

- Contenido de sólidos solubles

A partir de la primera hora de deshidratación existió diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T2 y entre los tratamientos T2 y T3. Se apreció una clara diferencia en la cantidad de soluto que penetra al alimento y esto se explica por la diferente composición de

cada solución. Después de cuatro horas de deshidratación se observó una diferencia significativa entre todos los tratamientos. La evolución del contenido de sólidos solubles se puede ver en la Figura 5.7.

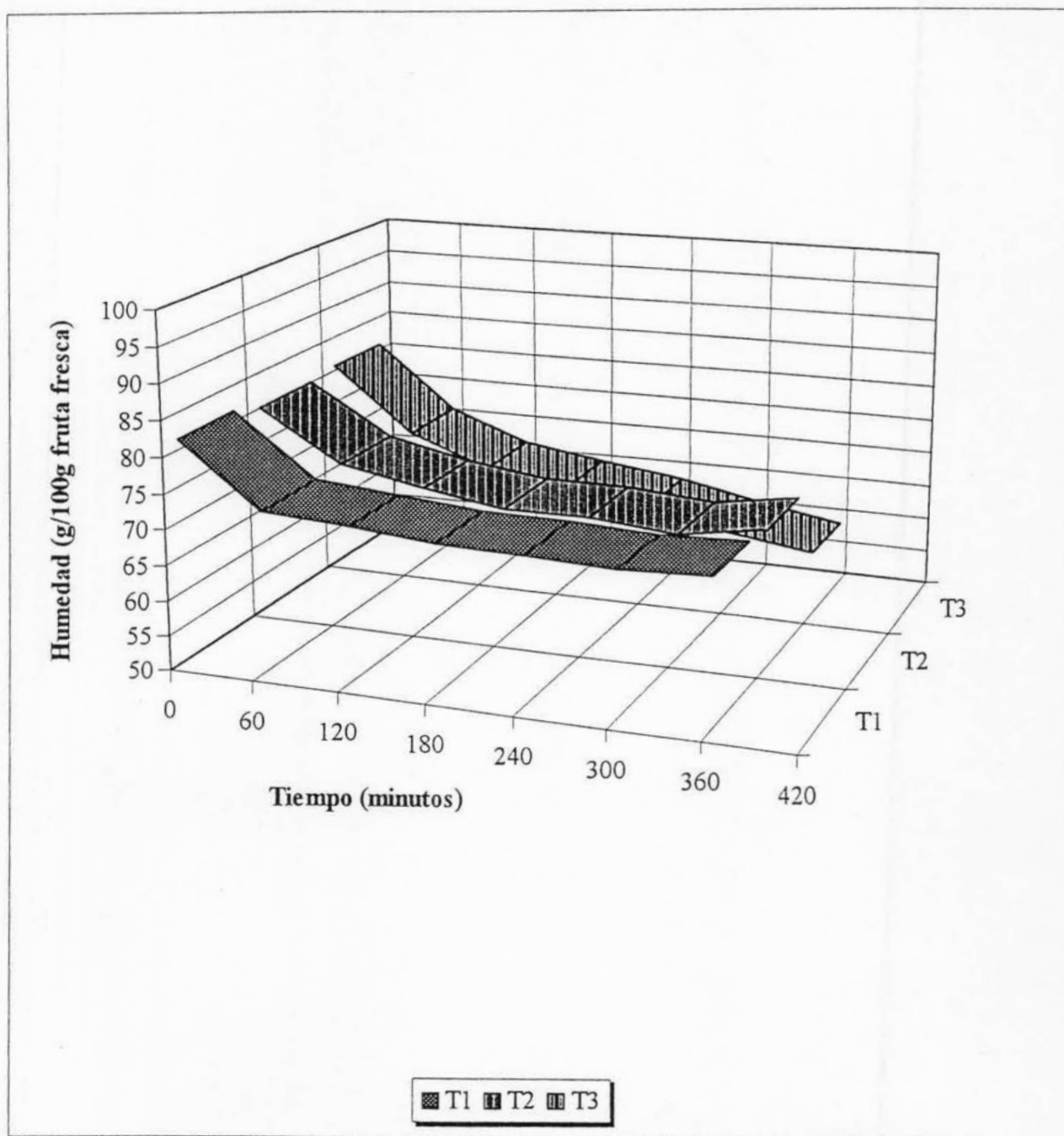


Figura 5.6. Evolución del contenido de humedad de palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

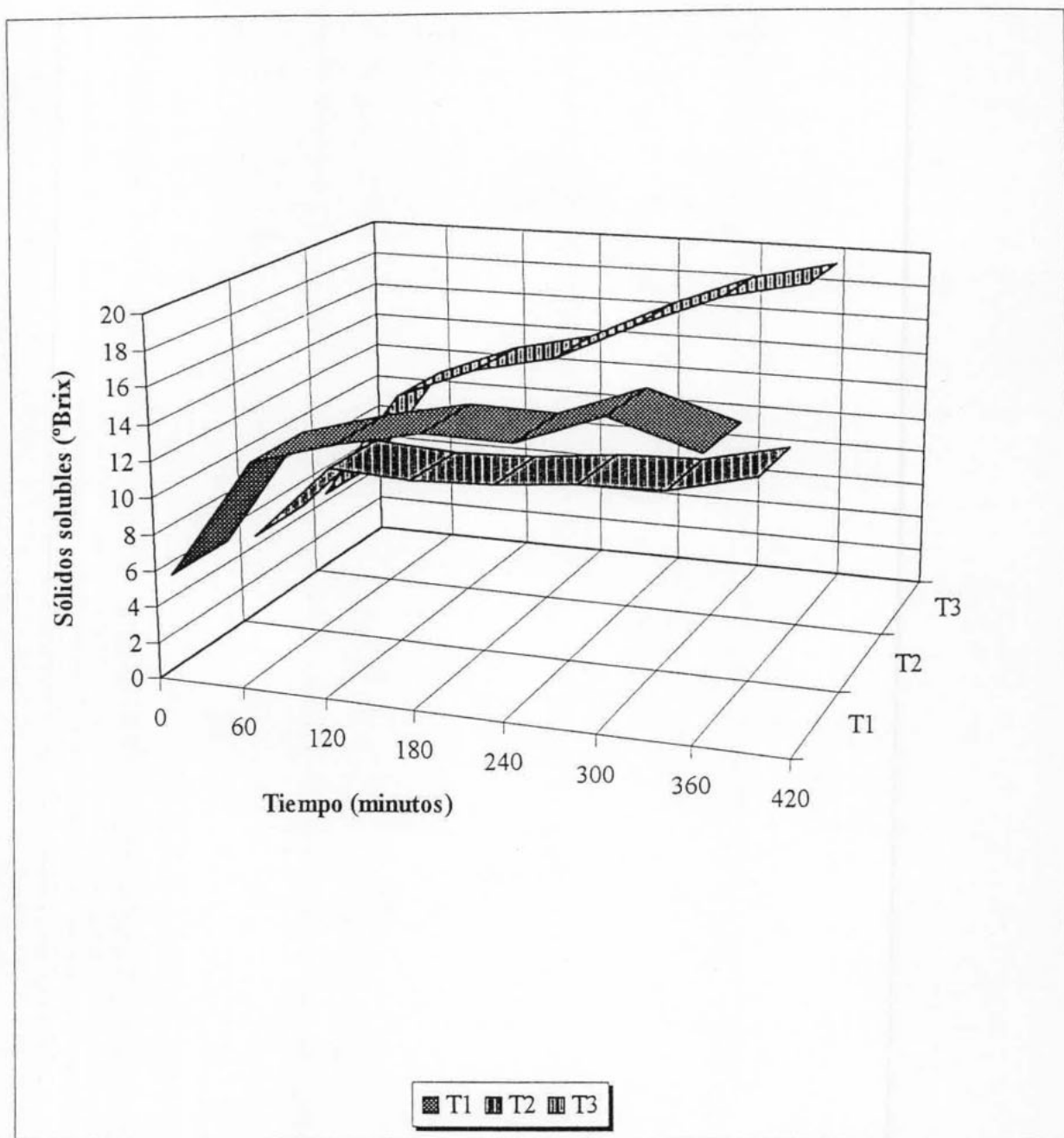


Figura 5.7. Evolución del contenido de sólidos solubles en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

Los diferentes polisacáridos que constituyen la maltodextrina no pueden penetrar las membranas celulares debido a su gran tamaño, por lo que el aumento en el contenido de sólidos solubles se debe básicamente a los mono y disacáridos que la componen. Cabe recordar que en este caso cerca de un 80% de las moléculas de maltodextrina son de alto peso molecular. Esto explica el menor aumento en el contenido de sólidos solubles del

tratamiento T₂ en relación a los otros tratamientos que utilizan solutos de menor masa molar, alcanzando en promedio los 10,78 °Brix después de seis horas. Heng *et al* (1990) y Raoult-Wack (1994) concuerdan en que solutos de mayor peso molecular penetran menos al alimento, o en su defecto, no lo hacen.

Debido no sólo a su bajo peso molecular, sino que a al tamaño de los iones Na⁺ y Cl⁻ como lo afirman Heng *et al* (1990) el NaCl penetró sin mayores problemas, aumentando su contenido en sólidos solubles hasta 14,6, en promedio.

Para el tratamiento con la mezcla, se esperaba una menor ganancia de NaCl debido a la menor concentración y, una posible interacción entre ambos solutos. El valor total alcanzó en promedio 19,36 °Brix. Este gran aumento se debió a que además de NaCl, hubo moléculas de azúcar, de bajo peso molecular, que penetraron a la palta.

- Pérdida de peso

Durante las dos primeras horas de tratamiento, se produjo una diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T3, y entre los tratamientos T2 y T3. La diferencia fue notoria, con pérdidas de peso durante la primera hora, para T1, T2 y T3, de 5,00; 2,79 y 10,72%, respectivamente. A partir de la tercera hora de proceso, todos los tratamientos se diferenciaron entre sí. La evolución de la PP se puede observar en la Figura 5.8.

Se destaca la efectividad del NaCl en la velocidad inicial de pérdida de peso ya que con una concentración total de 20% produjo una pérdida de peso que casi dobló el valor obtenido con un 60% de maltodextrina. Sin embargo, esta pérdida inicial prácticamente se mantuvo hasta el final del tratamiento.

Nuevamente se aprecia en forma muy clara el efecto sinérgico de la mezcla de solutos. Para un mismo contenido de sólidos totales (60%), la mezcla generó una pérdida de peso mucho mayor que la solución pura. Los valores finales en promedio son: 5,73; 17,49 y 30,25%, para T1, T2 y T3, respectivamente.

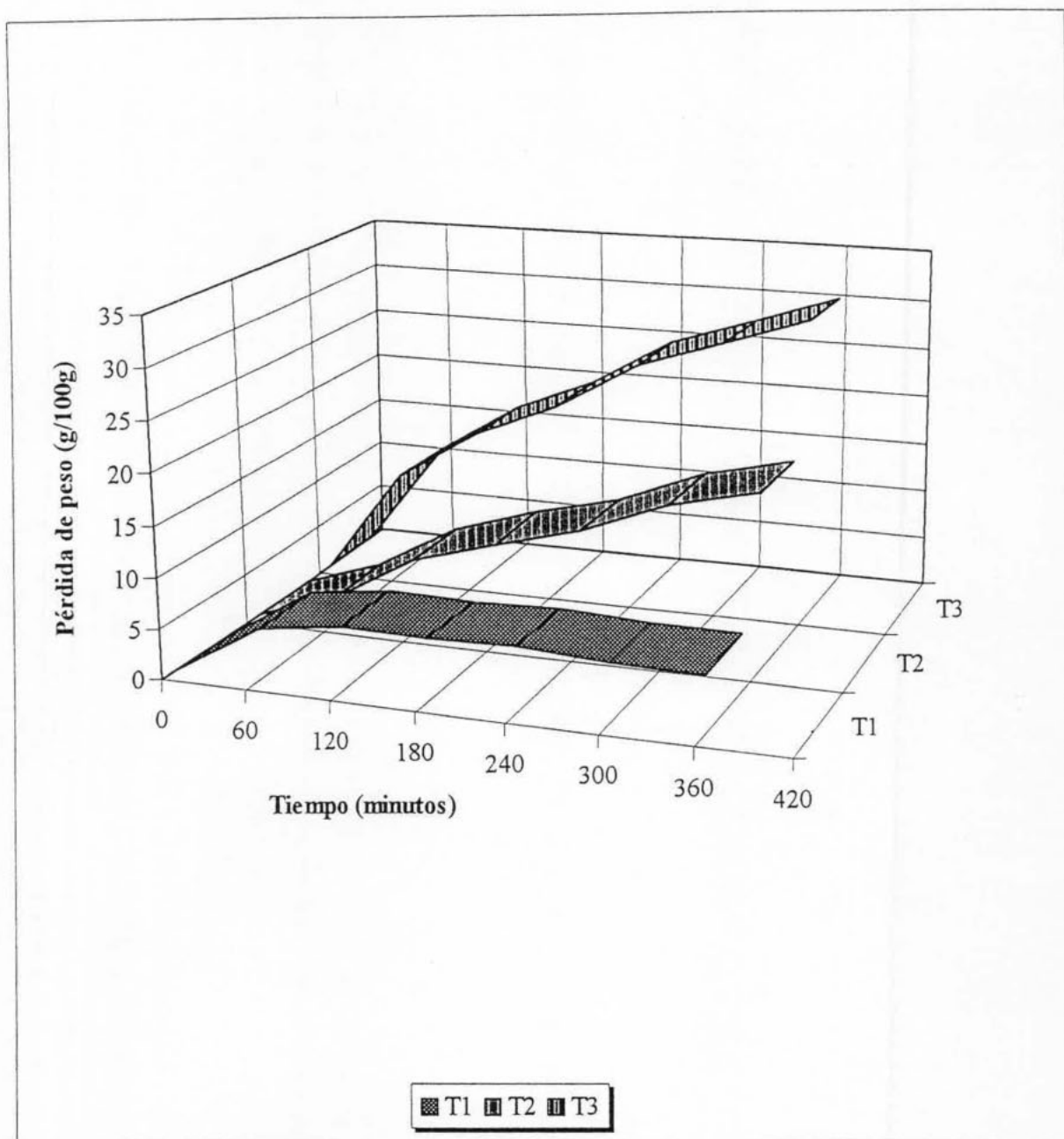


Figura 5.8. Evolución de la pérdida de peso en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

- Pérdida de agua

Después de una hora de deshidratación se observó una diferencia significativa de pérdida de agua entre el tratamiento con maltodextrina (T₂) y el con la mezcla (T₃). Pasadas las dos primeras horas, el tratamiento con la mezcla (T₃) se diferenció de los otros dos, y a partir de las cinco horas de proceso existió una diferencia significativa entre todos los tratamientos. La evolución de la pérdida de agua se aprecia en la Figura 5.9

Pese a la gran diferencia de concentración total de sólidos que existe entre la solución de maltodextrina (60%) y la de NaCl (20%), la pérdida de agua que generaron durante cuatro horas de deshidratación no es significativamente diferente. Aún más, después de la primera hora la pérdida de agua que generó el NaCl es mayor (12,22%) que la de la maltodextrina (9,27%).

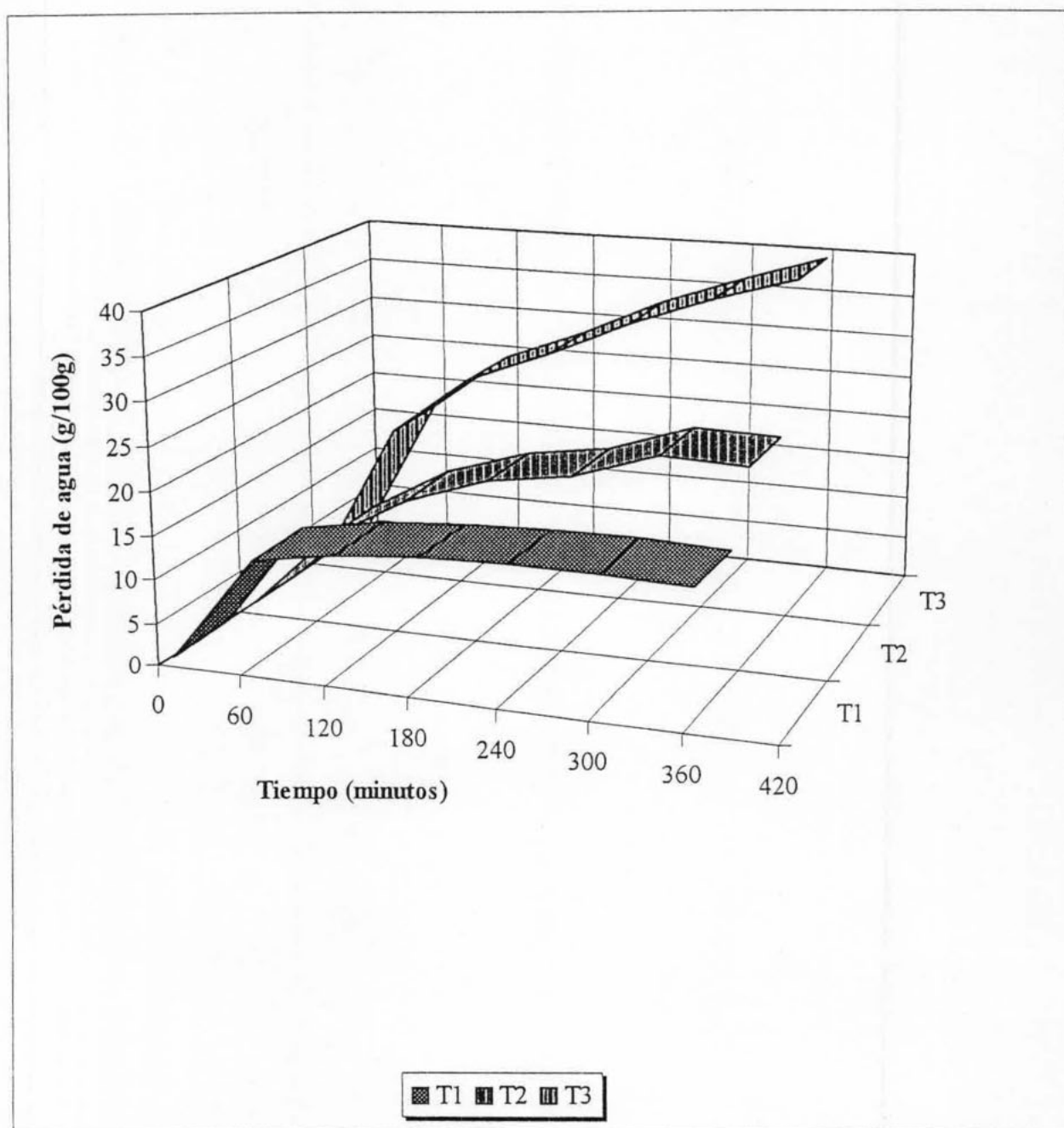


Figura 5.9. Evolución de la pérdida de agua en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

Aunque el NaCl generó una gran pérdida de agua inicial, el resultado final fue bajo, llegando a un total de 14,84%, después de seis horas. Esto se contrapone con las conclusiones de Hawkes y Flink (1978), quienes determinaron que una solución de NaCl al 25% es lejos el mejor agente osmótico, para otras frutas. Esto se podría explicar por las características intrínsecas de la palta, que según Torreggiani (1993) son factores que afectan la DO de un alimento.

La mayor pérdida de agua se logró con la mezcla de NaCl y maltodextrina, lo que concuerda con los resultados de Lerici *et al* (1985) y Lenart y Flink (1984a y b), en otras frutas, alcanzando luego de seis horas un 39,39%. Esto, como se ha dicho anteriormente, se debe al efecto sinérgico de la mezcla. La maltodextrina sola, con la misma concentración total de sólidos, sólo logró una pérdida de agua igual a 22,35%.

- Sólidos solubles ganados

Durante las dos primeras horas la ganancia de sólidos solubles fue similar para los tres tratamientos, realizados separadamente. Desde la tercera hora de proceso hasta el final, se diferenció en forma significativa el tratamiento T_2 de los tratamientos T_1 y T_3 . La evolución de los sólidos solubles ganados se observa en la Figura 5.10.

La ganancia inicial de sólidos solubles (después de una hora de deshidratación) alcanzó a 6,11%; 4,21% y 5,43% para los tratamientos con NaCl, maltodextrina y la mezcla, respectivamente. La maltodextrina tiene un bajo porcentaje de moléculas pequeñas, por lo que no produjo una gran ganancia de sólidos solubles, llegando finalmente a un 4,35%.

Debido al bajo tamaño de los iones del NaCl, (Heng *et al*, 1990; Raoult-Wack, 1994), la ganancia de sólidos solubles fue significativa, tanto para la solución de NaCl pura como para la mezcla. Estos dos tratamientos tuvieron ganancias similares a lo largo del proceso, con valores finales de 8,54 y 9,19% para NaCl y la mezcla, respectivamente.

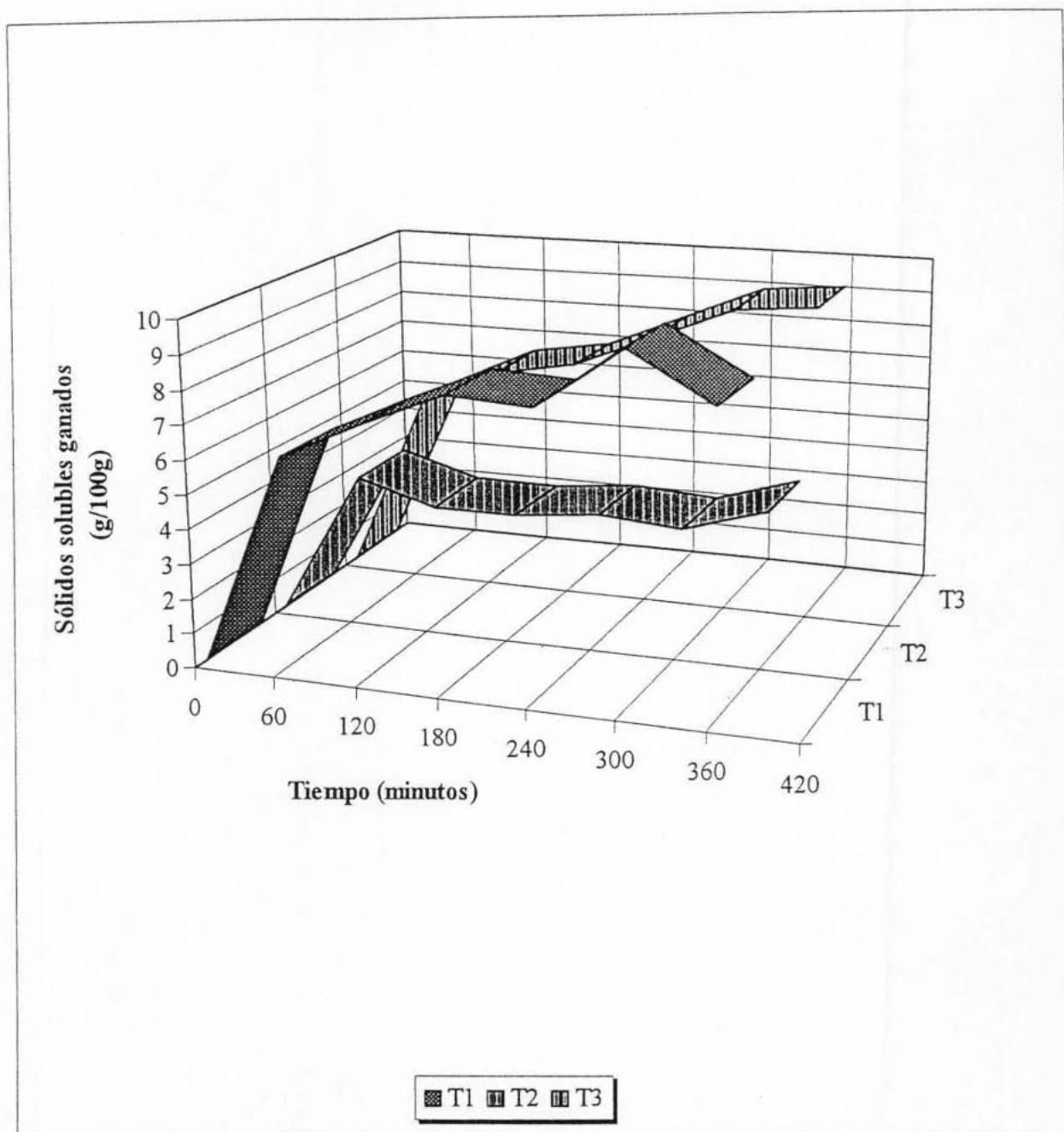


Figura 5.10 Evolución de los sólidos solubles ganados en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%- maltodextrina 50% (T₃).

- Color, actividad de agua y pH

En lo que se refiere a color, se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos, entre el parámetro L* inicial y final. Se produjo una disminución del valor L*, desde 60,5; 61,8 y 59,8 hasta 54,8; 57,3 y 50,9 (para T₁, T₂ y T₃, respectivamente). Esto se tradujo en un oscurecimiento del color de la pulpa de palta. La variación del parámetro L* se puede observar en la Figura 5.11.

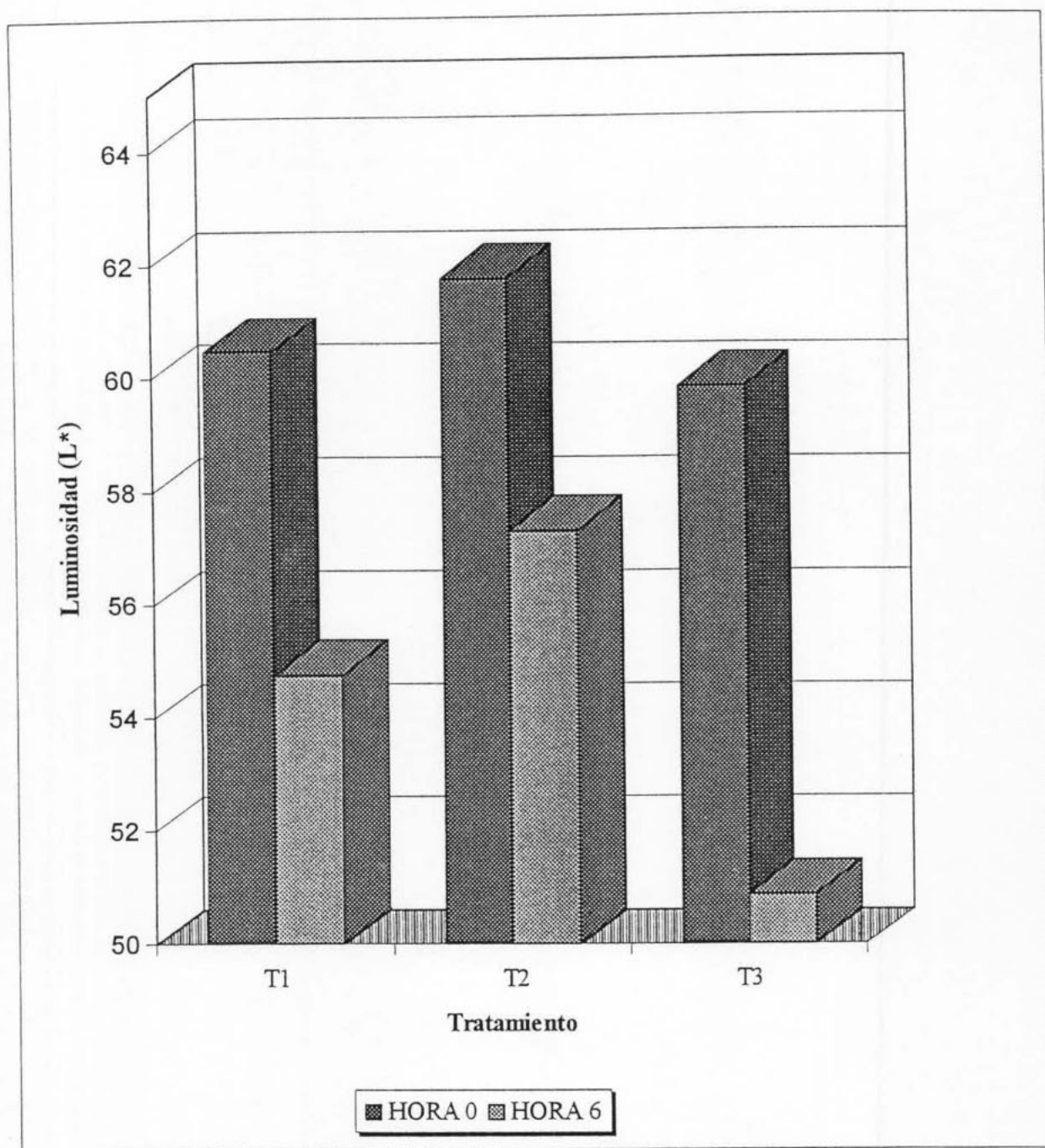


Figura 5.11. Variación en la luminosidad (L^*) del color de pulpa de palta deshidratada con: NaCl 20% (T_1), maltodextrina 60% (T_2) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T_3).

Este oscurecimiento se podría atribuir a: un pardeamiento enzimático debido a la ruptura de células cuando se trozó el fruto y al contacto con el oxígeno durante este trozado, a una concentración de pigmentos (como la clorofila) debido a la pérdida de agua y/o a una degradación de la clorofila. El tratamiento que elimina más agua, tiene un menor L^* final, siendo este valor significativamente diferente al de los otros dos tratamientos.

En todos los tratamientos se observó un aumento del parámetro a^* (se hizo menos negativo). Esto implica que disminuye la pureza del tono verde, por lo tanto, la pulpa se aprecia instrumentalmente menos verde (Figura 5.12).

Como se aprecia en la Figura 5.13, hubo diferencias significativas para el parámetro b^* entre las repeticiones de la pulpa de palta no tratada, sin embargo, esta diferencia se atenuó luego de la deshidratación, es decir, los tratamientos tendieron a igualar este valor.

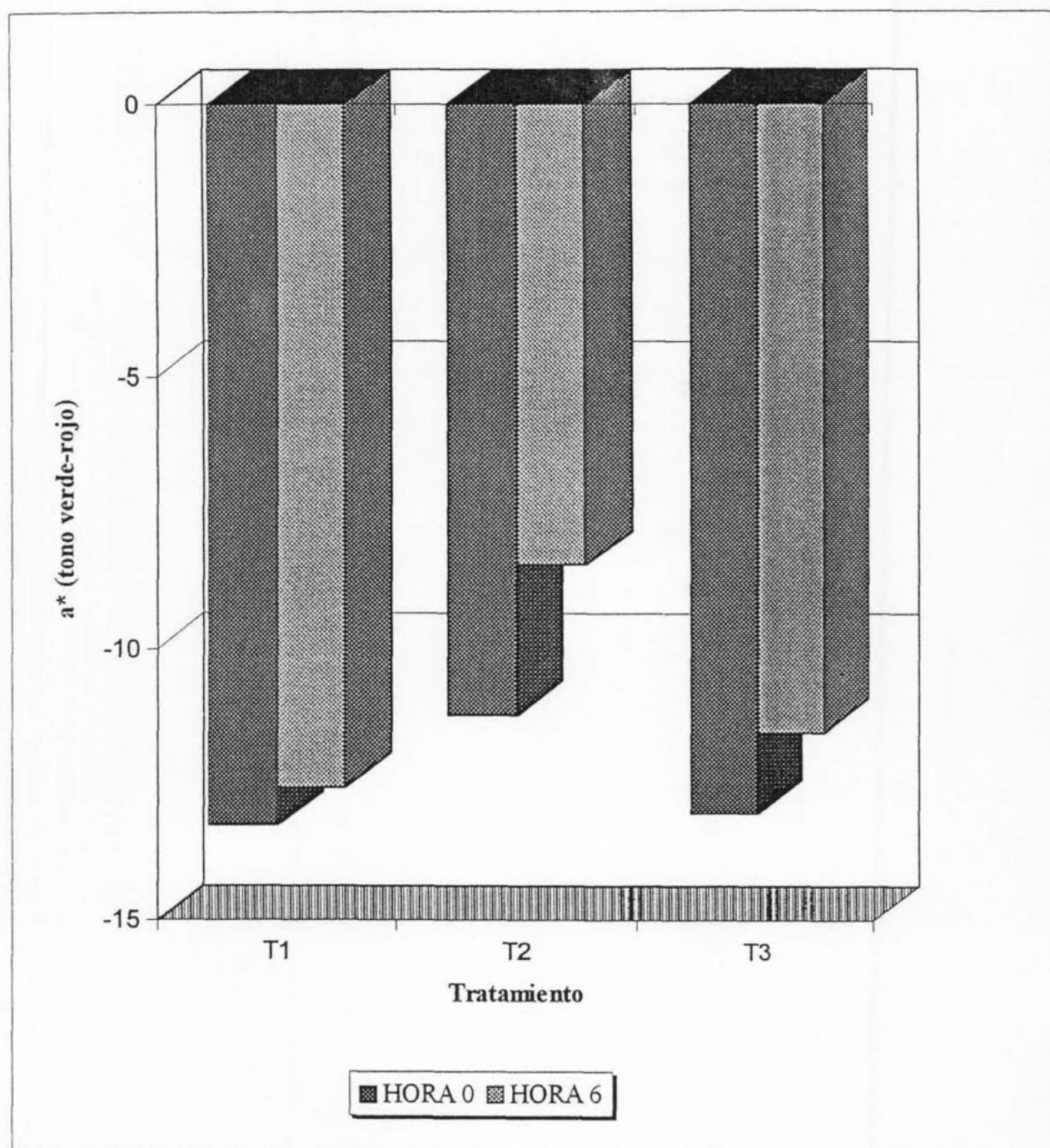


Figura 5.12. Variación en el parámetro a^* del color de pulpa de palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

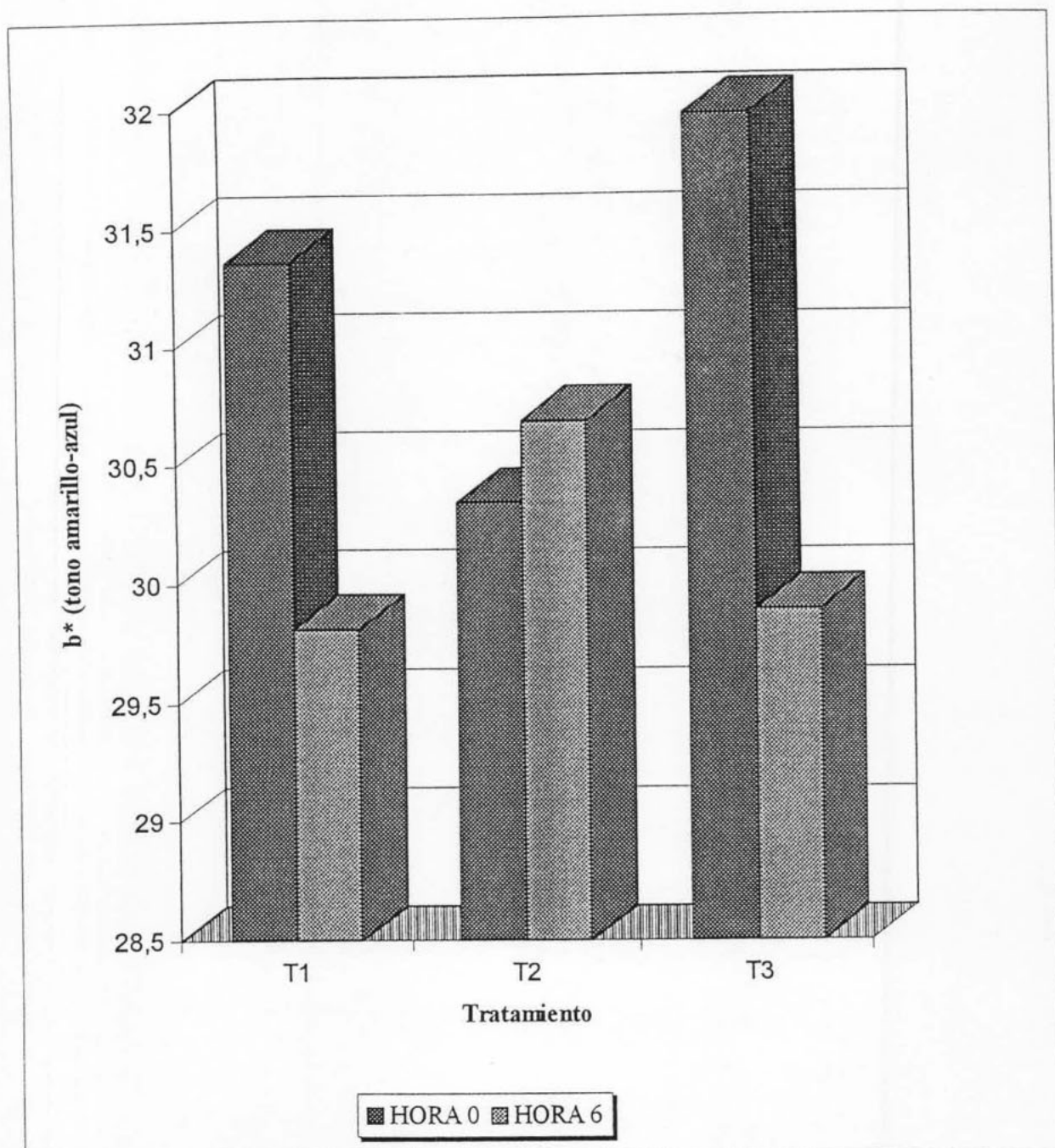


Figura 5.13. Variación en el parámetro b^* del color de pulpa de palta deshidratada con: NaCl 20% (T_1), maltodextrina 60% (T_2) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T_3).

En cuanto a pH, no se observó diferencia significativa entre los tres tratamientos. Sin embargo, existió una diferencia significativa entre el pH inicial y final de la pulpa. Esto se debió a que el pH de las soluciones osmóticas se ajustó a 2, para lograr una disminución desde 5,9 hasta 4,5, en promedio, y así disponer de un producto en el cual no se favoreciera el desarrollo de microorganismos patógenos (Figura 5.14).

En la Figura 5.15 se aprecia que el tratamiento con maltodextrina fue el que menos disminuyó la actividad de agua en las rodajas de palta (0,965 final), y además, se diferenció en forma significativa de los otros dos. La disminución de actividad de agua en el tratamiento con la mezcla (0,91 final) se debió en forma importante a pérdida de agua, mientras que el NaCl tuvo un mayor efecto a través de su incorporación (ganancia de sólidos), llegando a 0,907 después de seis horas de tratamiento.

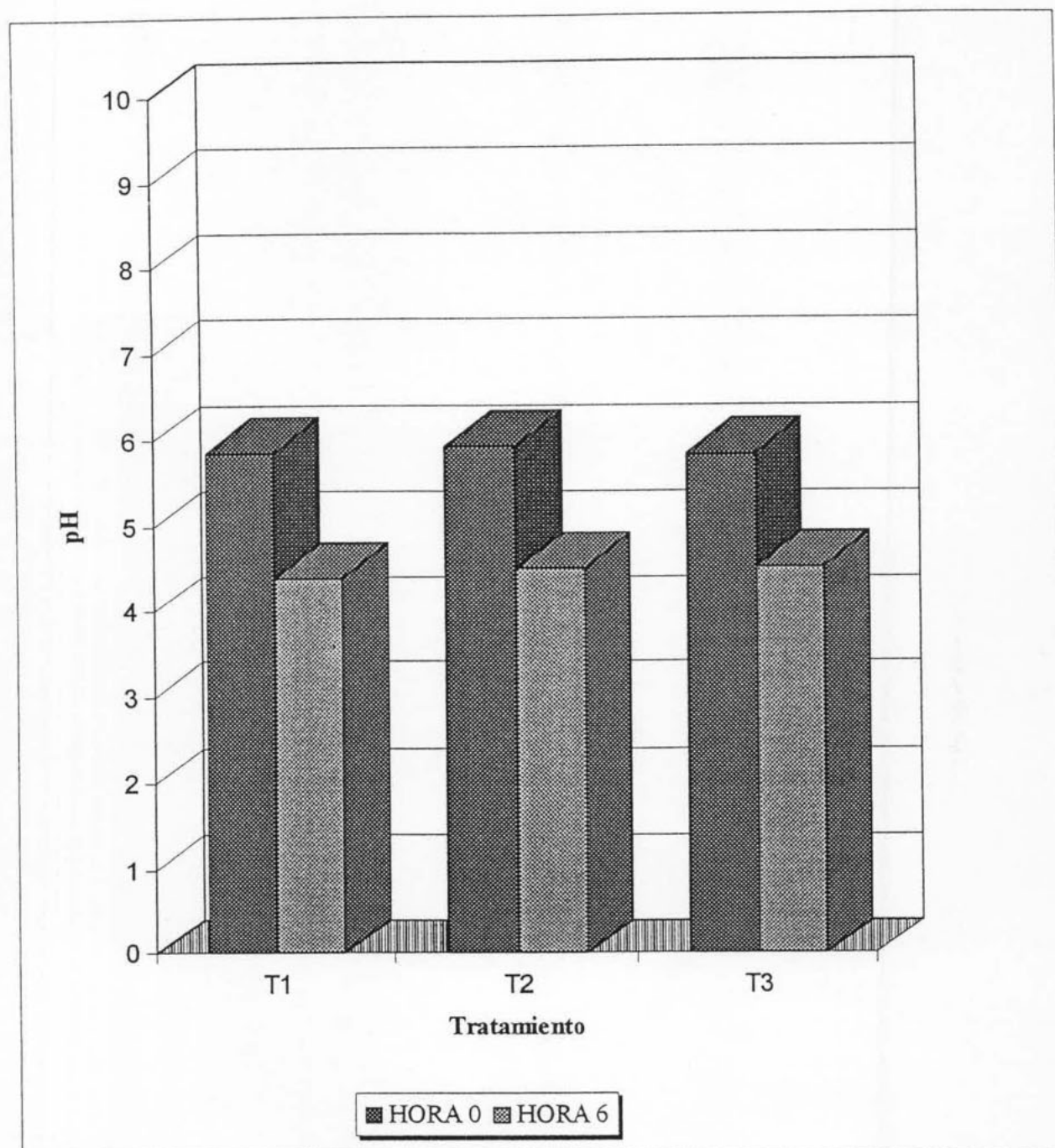


Figura 5.14. Cambios de pH en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

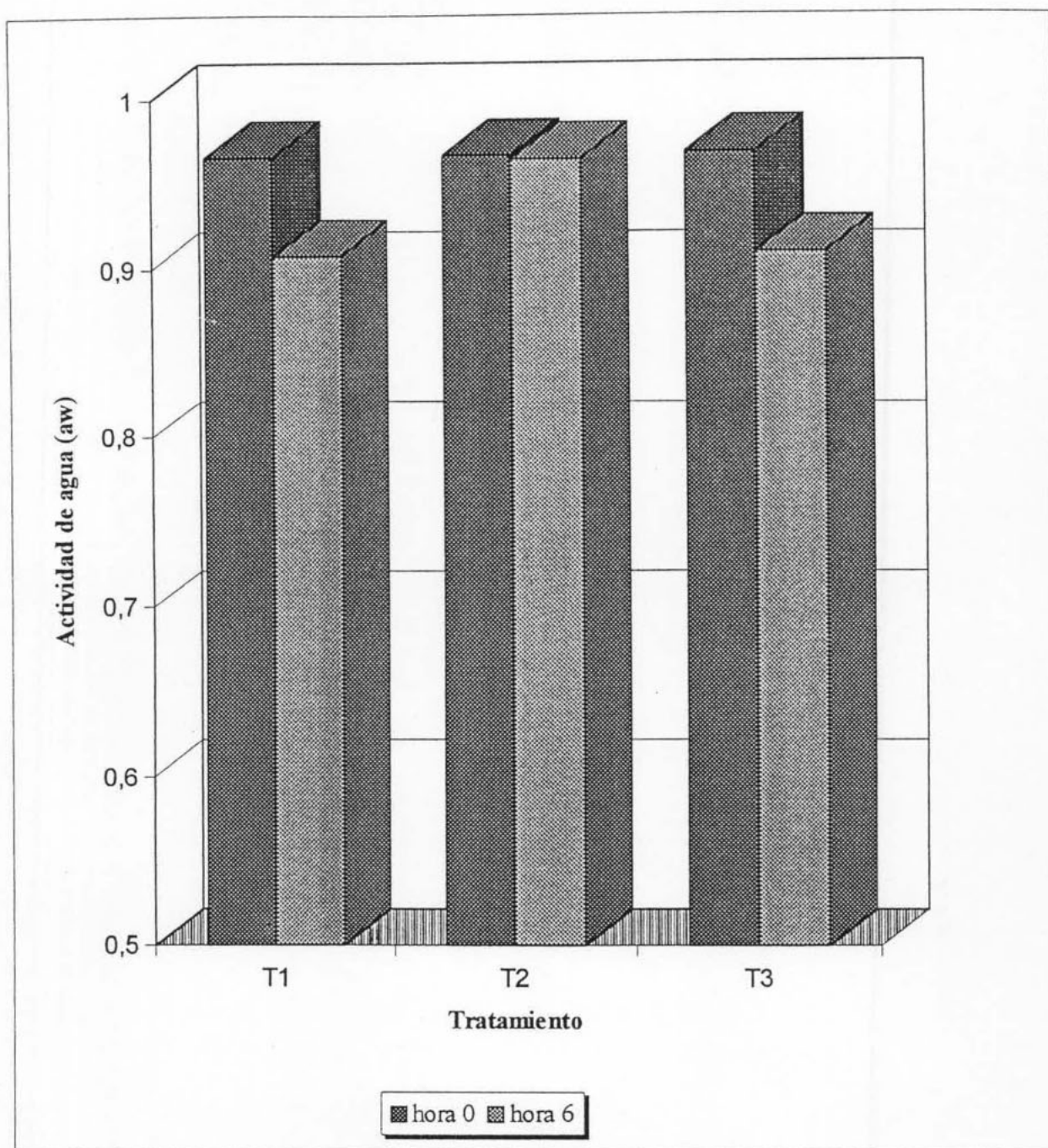


Figura 5.15 . Cambios de actividad de agua en palta deshidratada con: NaCl 20% (T₁), maltodextrina 60% (T₂) y NaCl 10%-maltodextrina 50% (T₃).

- Contenido de aceite

Luego de seis horas de deshidratación se midió el contenido de aceite (g de aceite/100g de palta seca) el que resultó ser, por un lado, menor al contenido inicial de 55,8% (fluctuando la pérdida entre 10,8 y 36,9%) y por otro, significativamente diferente entre los tres tratamientos. Esta pérdida de aceite se puede explicar considerando que al trozar la palta, se rompen células y se pierde algo de aceite. Además, se observó que en la base de las camisas del Soxhlet quedaba una cantidad de aceite que el éter no fue capaz de arrastrar hasta el balón.

El menor contenido de aceite final lo dio el tratamiento con NaCl (35,2%), luego le siguió el tratamiento con la mezcla (43%) y finalmente el con maltodextrina (49,8%). Tal vez el NaCl impidió de alguna manera que el éter arrastrara todo el aceite extraído de la muestra.

No es factible que la pérdida se deba a una migración de las moléculas de aceite desde la palta hacia la solución osmótica pues, además de ser grandes, las soluciones utilizadas se dejaron decantar durante 48 horas y luego se sometieron a una centrifugación y aún así no se produjo una separación de capas (agua-aceite).

5.3.3 Análisis sensorial

- Aceptabilidad

Al evaluar la aceptabilidad de los productos reconstituidos sometidos a los tratamientos con maltodextrina sola, maltodextrina con NaCl y una pulpa fresca sin aditivos, se encontró diferencia significativa entre las pulpas tratadas y la pulpa fresca. La pulpa deshidratada con la mezcla obtuvo la menor aceptabilidad debido a su elevado gusto salado. Fue calificada con nota 4,3 que significa según la pauta de calificación utilizada “me disgusta algo”. Considerando que éste fue el mejor tratamiento para eliminar agua, se podría probar la deshidratación osmótica con una menor concentración de NaCl para evitar el rechazo, o simplemente utilizar esta pulpa como base para elaborar algún tipo de salsa, como el típico guacamole de algunos países centroamericanos el cual se está haciendo cada vez más aceptado en Chile.

El tratamiento con maltodextrina se calificó con un 5,0. Esta calificación se podría mejorar con la adición de aliños a la pulpa, ya que se encontró desabrida e incluso algo dulce. La pulpa fresca obtuvo el mayor puntaje, 7,8. Este valor equivale a “me gusta mucho”.

- Calidad sensorial

De todos los parámetros evaluados, sólo hubo diferencia significativa en apariencia, color, dulzor y salado. En cuanto a apariencia, existe diferencia significativa entre la pulpa fresca (con una calificación de 7,3) y las tratadas, que lograron una calificación cercana a 5,0 (5,36 y 4,97 para maltodextrina y la mezcla, respectivamente) lo que equivale a “regular”.

El color de la pulpa fresca se encontró “levemente bajo” (4,5 puntos), el color de la pulpa deshidratada con maltodextrina se calificó como “normal” (5,4) y el de la pulpa tratada con la mezcla se calificó como “levemente oscuro” (6,0). Este valor coincide con la menor aceptabilidad, luego, tal vez mezclando pulpa deshidratada osmóticamente con pulpa fresca se aclararía el color y por lo tanto aumentaría la aceptabilidad del producto. Cabe destacar que no hay diferencia significativa entre los tratamientos T_2 y T_3 .

El tratamiento con maltodextrina se diferenció del testigo y de la mezcla en cuanto a dulzor, debido a su composición química. En T_2 , el dulzor se calificó con intensidad “moderada”. Por otro lado, la pulpa deshidratada con NaCl y maltodextrina se diferenció de las otras por su gusto salado, siendo calificada con 7,4 que equivale a “salado”. Sería necesario bajar la intensidad de este gusto.

5.4 Osmocongelación de la palta

Es sabido que la congelación industrial de frutas y hortalizas requiere de una considerable energía para congelar la gran cantidad de agua que existe en los productos frescos. Sin embargo, si se lograra remover una proporción importante del agua (del orden del 50%) se produciría una reducción del calor latente de congelación y una mayor velocidad de congelación, lo que se traduciría en una menor demanda energética en dicho proceso. Por otro lado se produciría un aumento del fenómeno de microcristalización debido a la pequeña razón sólidos/cristales, mejor textura y sabor de la fruta descongelada, menores pérdidas por goteo al descongelar, una reducción del peso y del volumen de la fruta congelada (aproximadamente 50%) para almacenar y transportar.

Una vez que se ha eliminado una parte importante del agua de la palta por DO, ésta puede ser congelada, es decir osmocongelada, para lograr los beneficios señalados antes. En este caso la palta cv. Fuerte fue DO con una solución compuesta por una solución de maltodextrina 18-22 DE (al 50%) y NaCl al 10%. Se utilizó ácido ortofosfórico para disminuir el pH de la solución osmótica, con el fin de mejorar la estabilidad del producto final. Finalizado el proceso osmótico la palta fue triturada para transformarla en pulpa.

Para comprobar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la pulpa de palta DO se procedió a almacenarla bajo tres condiciones: temperatura ambiente, en régimen de refrigeración (4°C) y bajo congelación (-20°C). Cada 20 días se controló la calidad de la pulpa midiendo humedad, aw, sólidos solubles, sal, índice de peróxidos, pH y color. En todos los casos las muestras fueron almacenadas al vacío en bolsas de polietileno.

Almacenamiento

Considerando que la muestra almacenada a 18-20°C presentaba a los 60 días características de deterioro (pardeamiento y rancidez), fue necesario eliminar la muestra correspondiente a la última medición (80 días).

- Contenido de humedad:

En la Figura 5.16. se presenta la evolución del contenido de humedad (base húmeda) con respecto al tiempo, para las tres temperaturas de almacenaje utilizadas. Como se observa, no se producen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las distintas condiciones de almacenaje, las que permiten mantener los valores iniciales de humedad (o cercanos a ellos) durante todo el período. Los valores del contenido de humedad fluctuaron en el rango de 58,80 y 61,56 g/100 g pulpa.

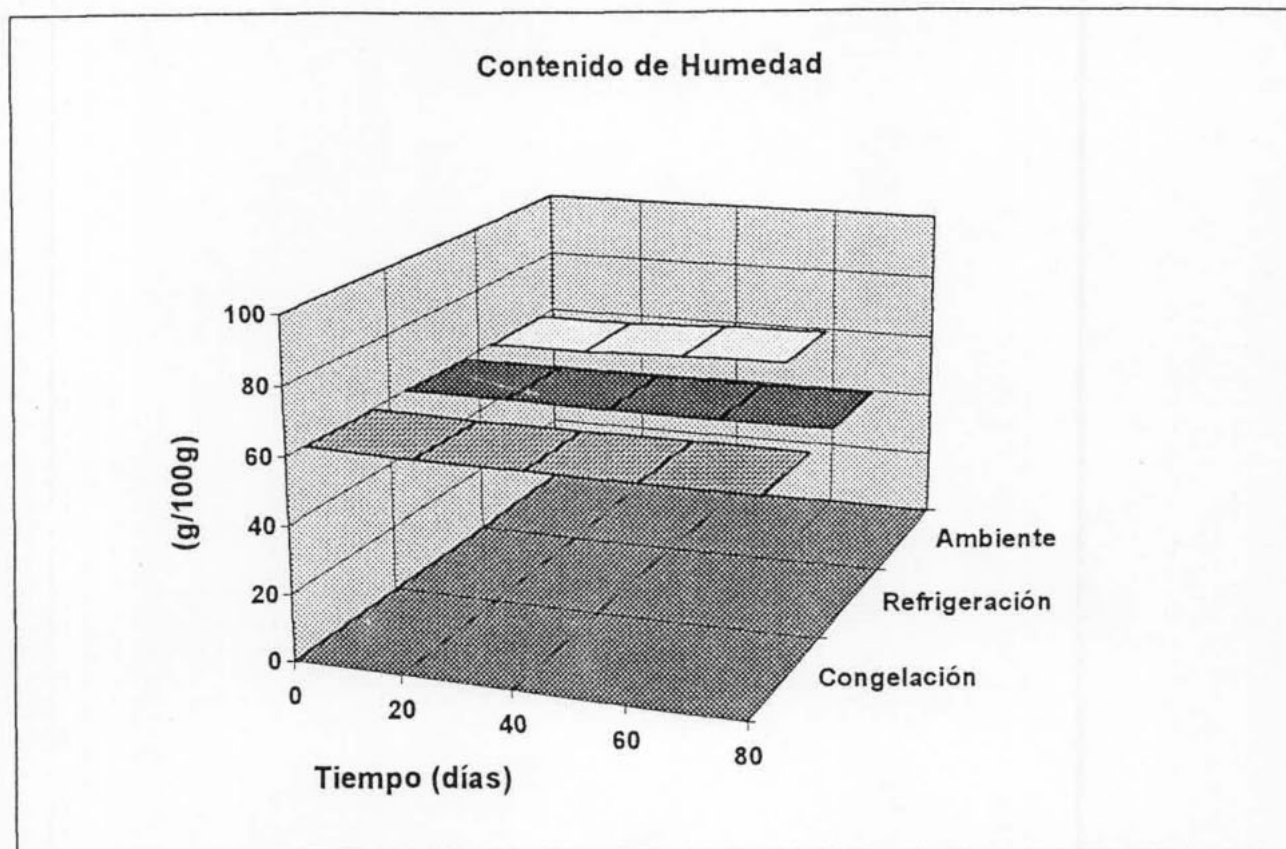


Figura 5.16. Evolución del contenido de humedad en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente

- Actividad de agua:

La evolución de la actividad de agua en el almacenamiento se presenta en la Figura 5.17. Los valores de a_w se situaron entre 0,91 y 0,73, siendo este menor valor, el correspondiente a la pulpa congelada; se producen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las condiciones de almacenamiento durante los 80 días de control.

Esta diferencia en el a_w , aún cuando presentan valores de contenido de humedad parecidos, puede atribuirse al hecho que en la pulpa congelada, el agua está fuertemente retenida en forma de cristales de hielo y por lo tanto no se encuentra disponible para reaccionar.

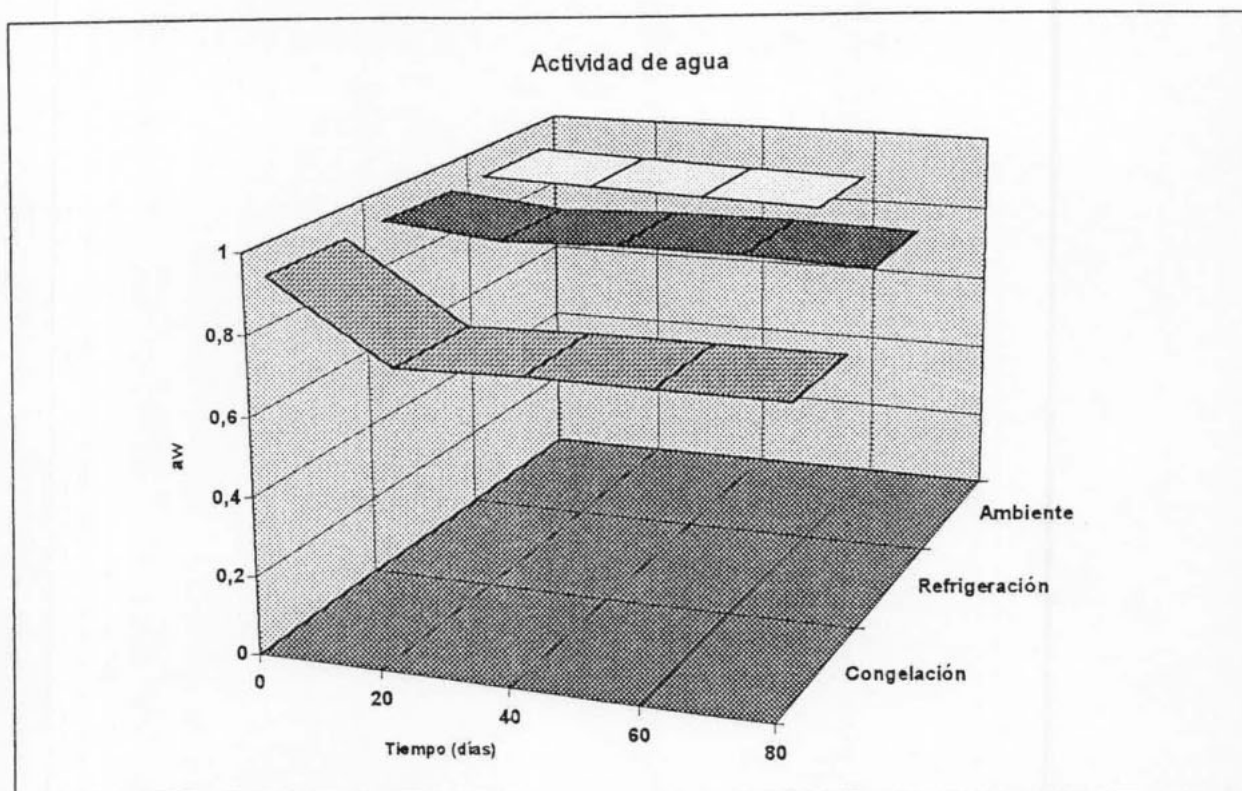


Figura 5.17. Evolución de la actividad de agua para pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente.

- Contenido de sólidos solubles y sal:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre las distintas condiciones de almacenaje, durante todo el período. Como se observa en la Figura 5.18, los valores del contenido de sólidos solubles (base húmeda) se mantienen con el tiempo, como era de esperar.

El contenido inicial de sólidos solubles de la palta fresca es alrededor de 5°Brix, el que aumenta hasta casi 20°Brix después de someterla a DO. Este aumento se debe por una parte, a la composición de la solución osmótica utilizada y por otra, a la disminución en el contenido de humedad después del tratamiento osmótico (la humedad disminuye a 60%). Como se señaló anteriormente la solución está compuesta por maltodextrina y NaCl. Los diferentes polisacáridos que constituyen la maltodextrina no pueden penetrar las membranas celulares debido a su gran tamaño, por lo que el aumento en el contenido de sólidos solubles se debe a una entrada de mono y disacáridos que la componen (aproximadamente un 80% de las moléculas de maltodextrina son de alto peso molecular. La composición y características de este producto se detallan en el Anexo II). Además, debido no sólo a su bajo peso molecular, sino que al tamaño de los iones Na^+ y Cl^- , el NaCl puede penetrar sin problemas, aumentando el contenido de sólidos en la palta.

En relación al contenido de sal, éste se expresa en g/100g de pulpa (base húmeda). Se debe tener en cuenta que al tratar la palta con la solución osmótica (maltodextrina + NaCl), se produce una ganancia de sólidos del orden del 9%, correspondiendo en su mayor parte a NaCl.

El contenido de sal no se ve afectado estadísticamente por la temperatura de almacenamiento, permaneciendo sus valores constantes en el período analizado, con un rango de 18-19% (Figura 5.19). Estos valores que pudieran parecer altos, están afectados por la disminución en el contenido de humedad, por lo tanto están más concentrados. Esta situación se puede corregir al reconstituir la pulpa a su contenido de humedad inicial.

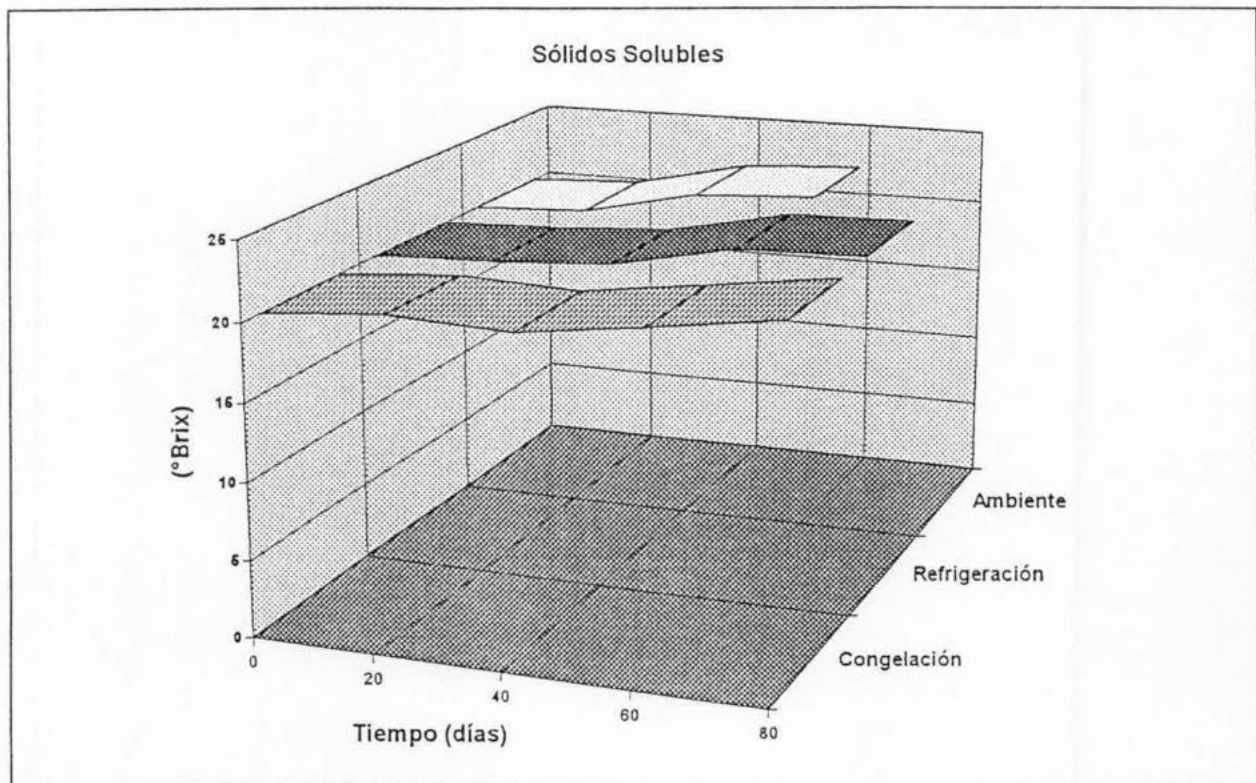


Figura 5.18 Evolución del contenido de sólidos solubles en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente

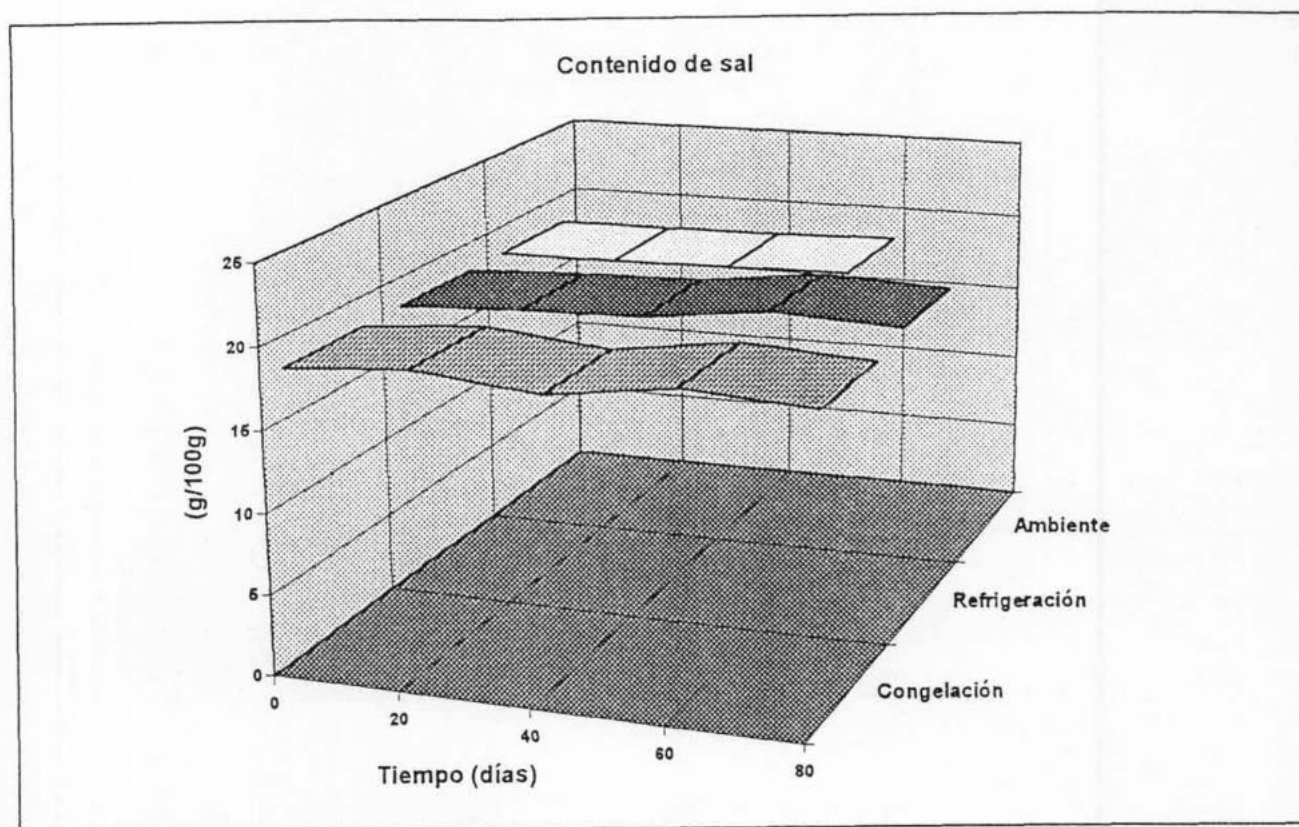


Figura 5.19. Evolución del contenido de sal en pulpa de palta tratada con osmosis durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente.

pH:

En relación al pH, éste presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, las que se mantienen hasta el final del almacenamiento. Como se puede ver, en la Figura 5.20, los menores valores de pH fueron para el tratamiento 1, es decir, pulpa en congelación; dichos valores fluctuaron entre 4,43 y 4,42. Por el contrario, la pulpa almacenada a temperatura ambiente fue aumentando gradualmente su pH, hasta 5,19 a los 60 días de almacenamiento

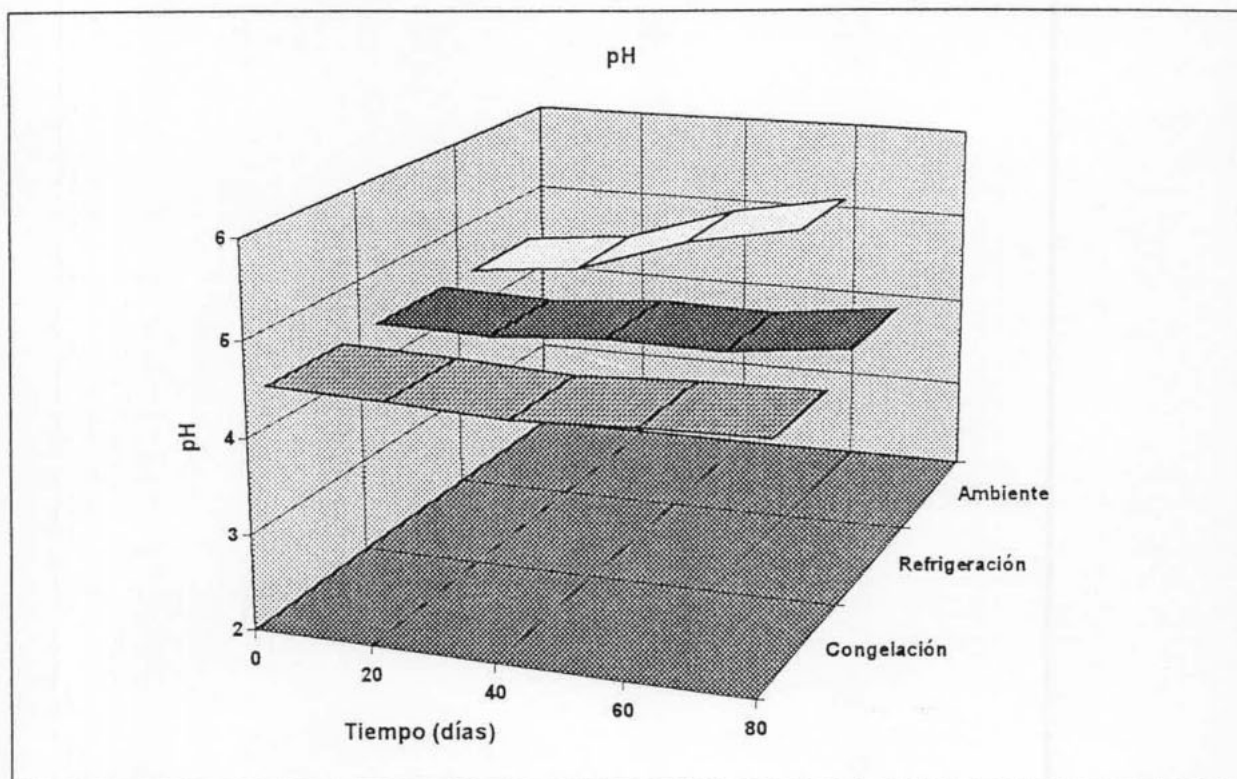


Figura 5.20. Evolución del pH en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente.

- Índice de peróxidos:

Se entiende por estabilidad de una grasa, aceite o alimento graso a la capacidad de mantener su gusto y olor adecuados durante el almacenamiento y consumo. Esta propiedad está relacionada con la composición de la parte lípida, la naturaleza y grado de tensión del sistema, la presencia de prooxidantes o antioxidantes naturales y las características del envase.

La oxidación de los ácidos grasos provoca la formación de hidroperóxidos; luego de lo cual, la auto-oxidación continúa como una reacción en cadena, que finaliza en la producción de compuestos volátiles de como aldehídos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta, los cuales son responsables de los sabores y olores a rancio; esta oxidación se cuantifica a través de la medición de los peróxidos.

En la Figura 5.21 se puede observar que la tendencia del índice de peróxido, a aumentar en almacenamiento a temperatura ambiente, es estadísticamente distinta ($p \leq 0,05$) al comportamiento que tiene en refrigeración y congelación. Hasta los primeros 20 días de almacenamiento no existen diferencias significativas entre éstos últimos (T2 y T1), pero sí las hay a partir de los 40 días y hasta el final.

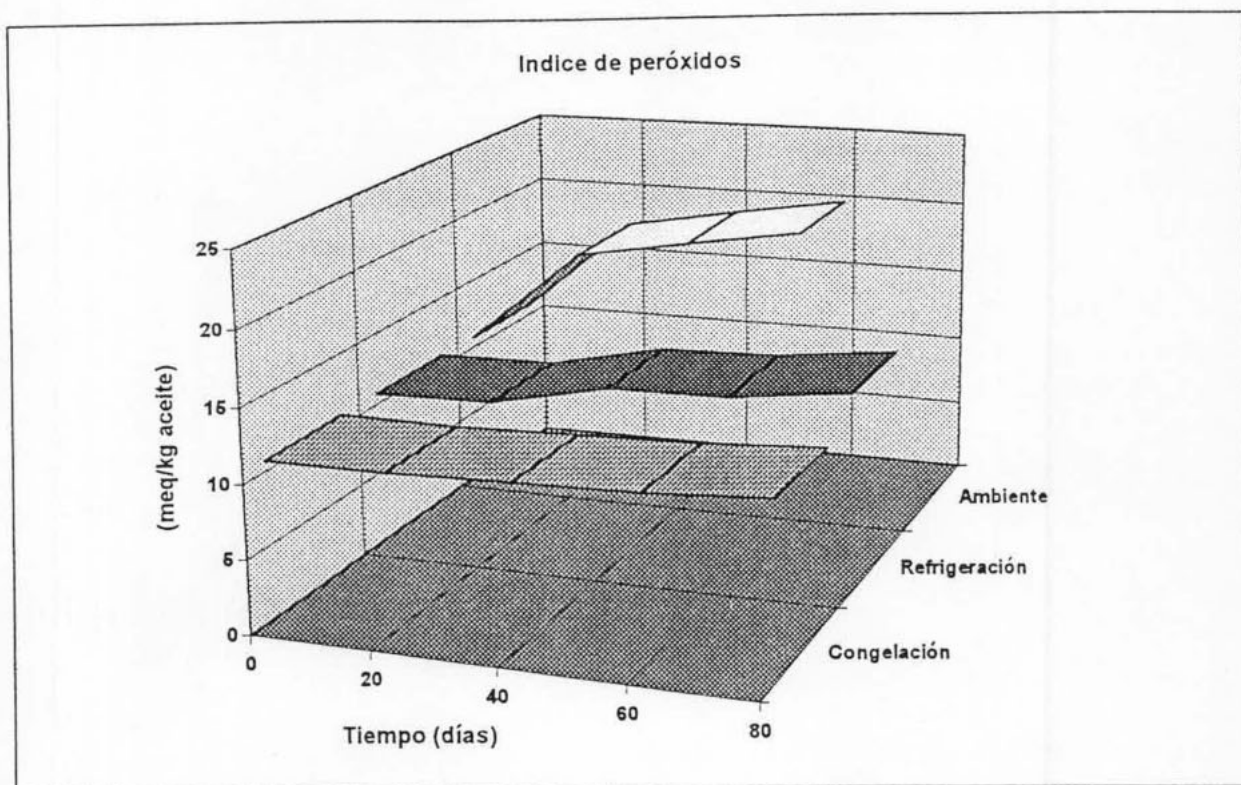


Figura 5.21. Evolución del índice de peróxido en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente.

Para el caso de la pulpa almacenada en congelación, los valores aumentaron de 10,19 el día 0 hasta 11,70 meq/kg de aceite, el día 80. En el caso de T3, el valor llegó a 20,15 meq/Kg aceite y en T2, a 13,75 meq/Kg aceite, a los 60 y 80 días de almacenamiento, respectivamente.

Aún cuando la pulpa se deshidrató a temperatura ambiente y al envasar las bolsas se sellaron al vacío, de todas maneras se produjo cierto grado de oxidación del aceite, la que se vio acentuada con la temperatura de almacenamiento. Debido a que el aceite de palta contiene una gran proporción de ácidos grasos insaturados, presenta mayor susceptibilidad a la rancidez oxidativa, ya que ésta aumenta a mayor grado de insaturación de los ácidos grasos. Por otra parte, las reacciones de iniciación primaria que ocurren en la rancidez oxidativa pueden estar favorecidas por trazas de ciertos metales, incluidos los que están presentes en la clorofila y mioglobina.

- Variación del color:

En la Figura 5.22 se grafica la evolución del color para el almacenamiento a temperatura ambiente. Como se puede observar se produce una disminución del color verde y blanco, y un aumento del plomo, amarillo y negro, desde el comienzo del almacenamiento. Este cambio de color estaría directamente relacionado con la rancidez del producto, ya que algunos de los numerosos compuestos que surgen durante las reacciones de oxidación de los lípidos, son a su

vez, origen de otras alteraciones; así, los compuestos carbonilo pueden reaccionar con proteínas, e incluso frecuentemente favorecer el pardeamiento no enzimático

En la Figura 5.23 se presenta la evolución del color para el almacenamiento a temperatura de refrigeración. Al igual que en el caso anterior, también ocurre una disminución del color verde y blanco, y un aumento de los otros colores, pero en forma más gradual.

En la Figura 5.24 se grafica la evolución del color para el almacenamiento a temperatura de congelación. En este caso, no se producen modificaciones durante todo el almacenamiento, manteniendo la pulpa su color original (después de DO) hasta los 80 días.

Los resultados analizados indican que los últimos ensayos de deshidratación osmótica, osmocongelación y almacenamiento efectuados con palta cv. Fuerte, arrojaron valores concordantes a los realizados anteriormente, situación por la cual se estimó conveniente no incluirlos nuevamente.

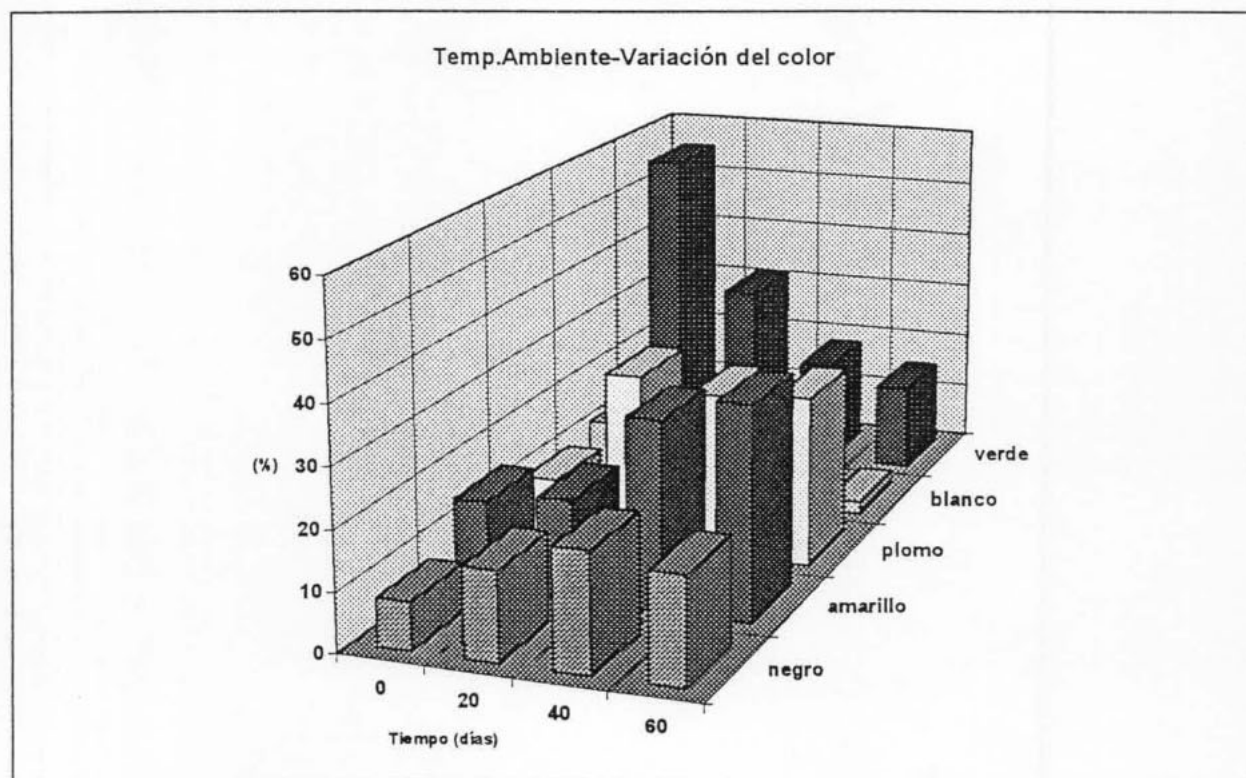


Figura 5.22 Evolución del color en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento a temperatura ambiente (18-20°C).

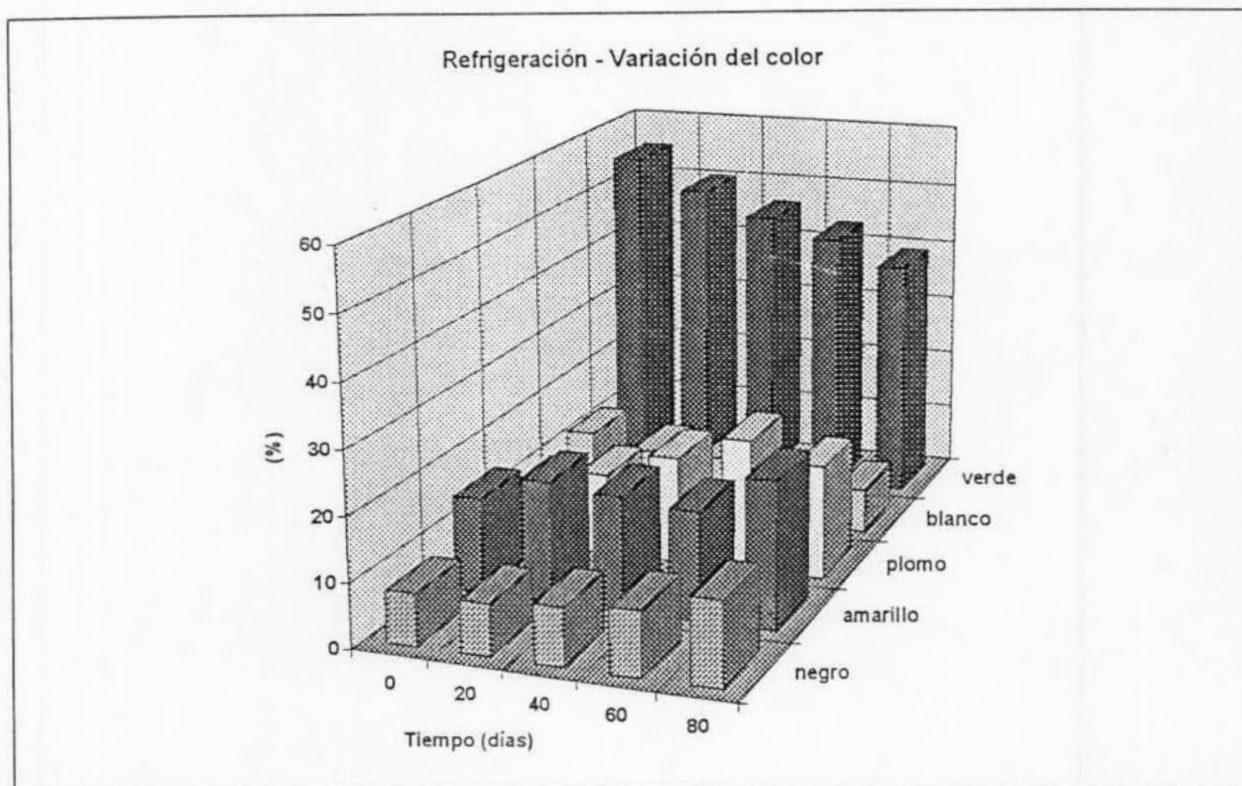


Figura 5.23

Evolución del color en pulpa de palta tratada con osmosis, durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración (4°C).

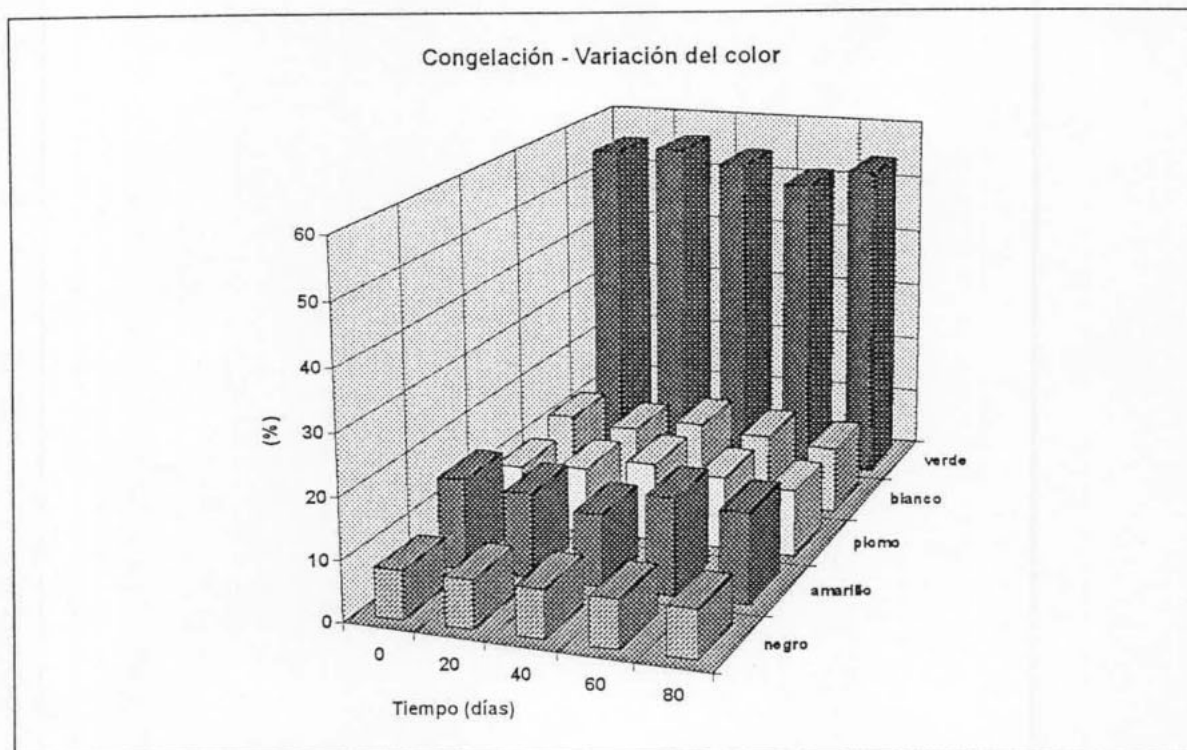


Figura 5.24 Evolución del color en pulpa de palta tratada con osmosis, durante almacenamiento a temperatura de congelación (-20°C)

5.5 Deshidratación por atomización

5.5.1 Procesamiento del fruto

Durante el estudio se realizaron varias pruebas de secado spray de la pulpa a nivel piloto. Las condiciones del proceso fueron variando en cada una de las pruebas, con el objeto de ir mejorando paulatinamente la calidad del producto y poder establecer las más favorables para su obtención. Las condiciones de trabajo iniciales estuvieron dadas por la información recopilada en los antecedentes bibliográficos.

Experiencia 1:

- Pretratamientos.

La materia prima recibió un lavado inicial, para luego proceder a su descascarado y descaroado en forma manual. La pulpa entera fue molida y triturada mediante el uso de equipo pulpador (Nieto) y un molidor (Hobbart) y luego fue homogenizada en un equipo

apropiado (Homogenizador Gaulin), previa adición de agua en relación 1:1. En esta experiencia no se utilizaron aditivos.

- Secado por atomización.

El secado se realizó durante un periodo de 3,5 horas, utilizándose datos de referencia para las condiciones de proceso.

- Envasado y almacenamiento

El polvo obtenido fue pesado y envasado en bolsas de polietileno transparente. Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente, en oscuridad y bajo refrigeración (0°C).

El diagrama de flujo utilizado se muestra en la Figura 5.25.

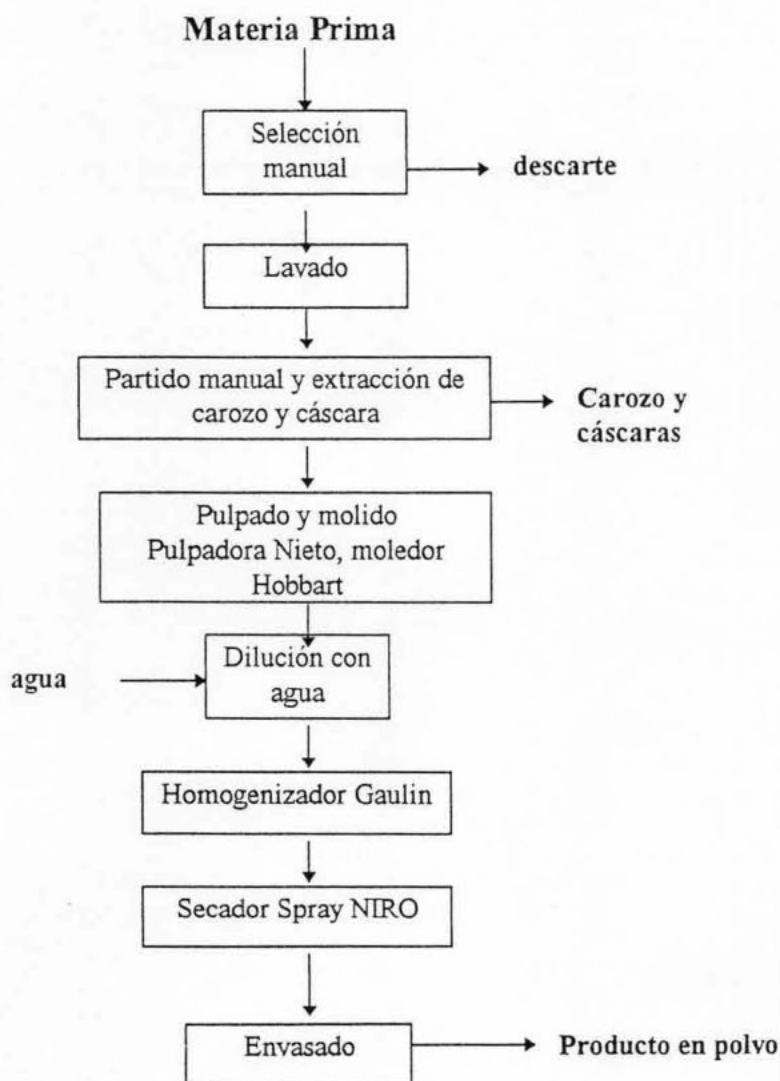


Figura 5.25. Esquema de proceso secado por atomización (experiencia 1)

Experiencias 2 y 3: en estas, el pretratamiento fue el mismo, salvo que se adicionaron aditivos en el agua de dilución (relación pulpa: líquido = 1:1), antes del homogenizado (antioxidantes, ácidulantes: ver Cuadro 5.55).

Dentro de la operación de secado se varió la temperatura de entrada y salida del aire. Para el envasado se utilizaron bolsas metalizadas, en lugar de polietileno.

El diagrama de flujo de estas experiencias es el siguiente (Figura 5.26).

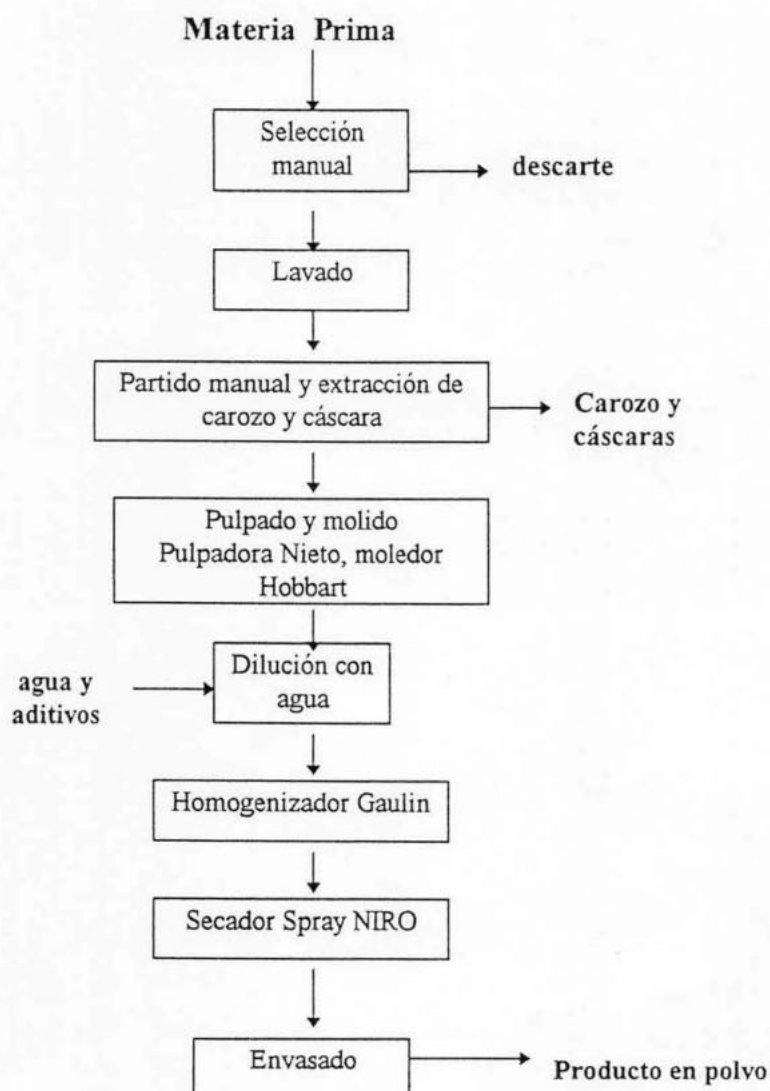


Figura 5.26 Esquema de proceso secado por atomización (experiencia 2 y 3)

Experiencias 4 y 5 : además de la adición de aditivos en agua, durante el descascarado del material, la palta pelada se mantuvo en una solución de ácido cítrico para evitar posibles pardeamientos.

Se eliminó el uso del molidor Hobbart ya que su efecto no era significativo en el proceso y aumentaba las pérdidas. También se eliminó el uso del homogenizador ya que aumentaba demasiado el contenido de aire de la pasta a secar y se generaba mucha espuma; en lugar de este equipo se agregó un agitador (Silverson) para mejorar el mezclamiento de la pulpa con el agua y los aditivos y posteriormente se realizó una filtración del material pasándolo a través de un tamiz. Las condiciones de secado y envasado fueron similares a las usadas en las experiencias 2 y 3 (Figura 5.27).

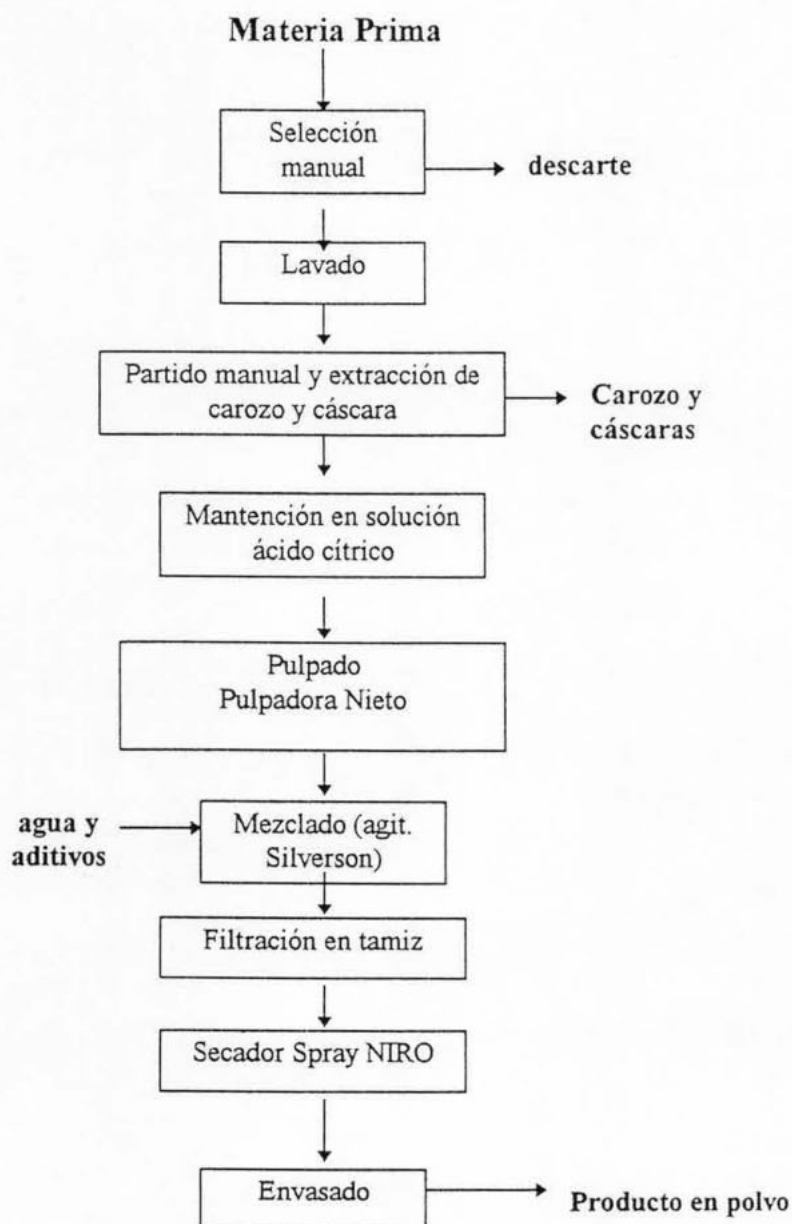


Figura 5.27. Esquema de proceso secado por atomización (experiencia 4 y 5)

Experiencia 6 : en esta prueba se mantuvieron las condiciones evaluadas en las etapas 4 y 5. Sin embargo se cambió el tipo de antioxidante usado y se agregó maltodextrina como coadyuvante.

El siguiente cuadro presenta un resumen de las condiciones de operación utilizadas en cada caso.

Cuadro 5.55. Condiciones de operación experiencias secado paltas

Parámetros	Exper. 1	Exper. 2	Exper. 3	Exper. 4	Exper. 5	Exper. 6
Pulpa tratada (Kg)	21,3	11,9	10	9	9,5	11
Pretratamiento en el pelado	agua	agua	agua	sol. cítrico (250 ppm)	sol. cítrico (300 ppm)	sol. cítrico (300 ppm)
Uso de aditivos en agua dilución pulpa	no	si (1)	si (2)	si (3)	si (4)	si (5)
Equipos utilizados						
Moedor Hobbart	si	si	si	no	no	no
Pulpadora	si	si	si	si	si	si
Homogenizador	si	si	si	no	no	no
Agit. Silverson	no	no	no	si	si	si
Filtro tamiz	no	no	no	si	si	si
T° entrada aire	150	140	120	130	130	120-130
T° salida aire	60-67	60	65-75	84	62	70-80
veloc aliment Kg/h	12,1	10,6	10	8,3	6,5	9,6
tiempo proceso (h)	3,5	2,25	2	2,1	2,8	2,5
Calefactores	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4
T° vapor	103	129	106	128	106	128

(1): 300 ppm ácido cítrico, 300 ppm ácido ascórbico, 300 ppm propionato de calcio

(2): 300 ppm ácido cítrico, 300 ppm ácido ascórbico, 300 ppm propionato de calcio, 200 ppm glutamato monosódico.

(3): 200 ppm ácido cítrico, 300 ppm ácido ascórbico, 300 ppm propionato de calcio

(4): 300 ppm ácido cítrico, 300 ppm ácido ascórbico, 300 ppm propionato de calcio

(5): 300 ppm ácido cítrico, 300 ppm ácido ascórbico, 200 ppm BHA, 2% maltodextrina 1910

5.5.2 Condiciones óptimas de secado por atomización

Respecto de los resultados de las experiencias de secado de palta por atomización se pueden establecer las siguientes condiciones operación, basadas en los cambios que condujeron a mejores resultados en el trabajo experimental

- Pretratamiento:

Lavado inicial, seguido de descascarado y descarozado; mantención del producto pelado en solución de preservante (ácido cítrico 300 ppm). Molienda y trituración en equipo pulpador.

Mezcla de pulpa con solución de preservantes (ácido cítrico, ácido ascórbico), antioxidante (BHT) y coadyuvante (maltodextrina) en estanque con agitación. La relación pulpa: solución puede ser 1:1 o 1:2. Las dosis de aditivos se calculan de manera de no sobrepasar los límites indicados en el Reglamento Sanitario de los Alimentos. Posteriormente se realiza filtración en tamiz.

-Secado Spray:

Temperatura entrada aire:	120 - 130°C
Temperatura salida del aire:	70 - 80°C
Velocidad de alimentación:	8 -10 Kg /hr
Temperatura del vapor	120 - 130° C

El balance de masa obtenido finalmente para el proceso, así como el diagrama de flujo, se detallan en la Figura 5.28.

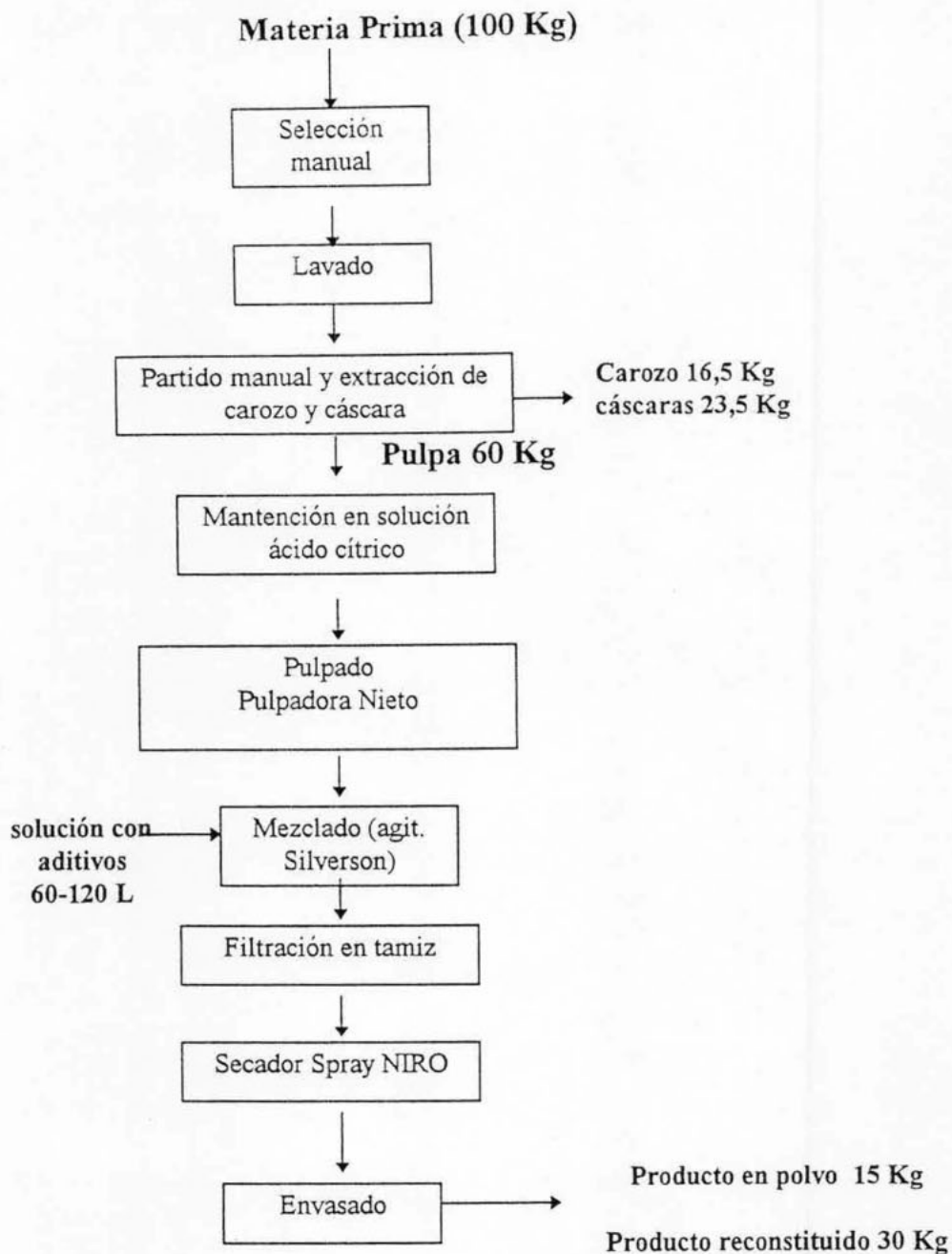


Figura 5.28. Proceso secado por atomización

A continuación se presentan los resultados de cada experiencia en cuanto a caracterización del producto y condiciones de almacenamiento.

-Prueba 1:

Tipo de envase: bolsa polietileno transparente

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.56. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	2 Meses	
Muestra a temperatura ambiente			
humedad (%)	1,93	4,7	
lípidos (%b.s.)	49	46,2	
peroxidos (meq/Kg)	-	23,2	
colif. totales (NMP/100 ml)	-	-	
colif fecales (NMP/100ml)	-	-	
recuento total	-	450000	
color	verde típico	verde típico	
sabor	dejos amargos	dejos amargos	
reconstitución 1:1	buena	buena	
Muestra refrigerada (0°C)			
humedad (%)		4,4	
lípidos (%b.s.)		46,2	
peroxidos (meq/Kg)		21,5	
colif. totales (NMP/100 ml)		-	
colif fecales (NMP/100ml)		-	
recuento total		470000	
color		verde típico	
sabor		dejos amargos	
reconstitución 1:1		buena	

El producto de la experiencia 1 sólo se evaluó a los dos meses y en algunos parámetros para verificar si se desarrolló algún cambio en el producto. No se consideraron más evaluaciones debido a sus problemas de calidad.

- Prueba 2:

Tipo de envase: bolsa metalizada

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.57. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	1 Mes	2 Meses
Muestra a temperatura ambiente			
humedad (%)	1,3	1,5	2,2
lípidos (%b.s.)	62	61,6	
peroxidos (meq/Kg)	12,5	22,7	15,8
colif. totales (NMP/100 ml)	460	3,6	< 3
colif fecales (NMP/100ml)	< 3	< 3	< 3
recuento total	-	26000	6000
color	verde típico	verde típico	verde típico
sabor	dejos amargos	dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1	buena	buena	buena
Muestra refrigerada (0°C)			
humedad (%)		1,3	1,5
lípidos (%b.s.)		61,2	
peroxidos (meq/Kg)		21,8	14,5
colif. totales (NMP/100 ml)		43	9,1
colif fecales (NMP/100ml)		9,1	9,1
recuento total		78000	26000
color		verde típico	verde típico
sabor		dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1		buena	buena

Prueba 3:

Tipo de envase: bolsa metalizada

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.58. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	1 Mes	2 Meses
Muestra a temperatura ambiente			
humedad (%)	1,2	1,3	1,4
lípidos (%b.s.)	61	60,9	
peroxidos (meq/Kg)	23,1	28,4	23,5
colif. totales (NMP/100 ml)	3,6	11	93
colif fecales (NMP/100ml)	< 3	< 3	3,6
recuento total	-	31600	40000
color	verde típico	verde típico	verde típico
sabor	dejos amargos	dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1	buena	buena	buena
Muestra refrigerada (0°C)			
humedad (%)		1,2	1,4
lípidos (%b.s.)		58,5	
peroxidos (meq/Kg)		29,3	23,5
colif. totales (NMP/100 ml)		43	93
colif fecales (NMP/100ml)		< 3	93
recuento total		28400	62500
color		verde típico	verde típico
sabor		dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1		buena	buena

Prueba 4:

Tipo de envase: bolsa metalizada

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.59. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	1 Mes	2 Meses
Muestra a temperatura ambiente			
humedad (%)	1,0	1,6	0,9
lípidos (%b.s.)	64,8	64,5	
peroxidos (meq/Kg)	23,6	11,1	6,8
colif. totales (NMP/100 ml)	460	240	23
colif fecales (NMP/100ml)	9,1	< 3	< 3
recuento total	54000	84000	7300
color	verde típico	verde típico	verde típico
sabor	dejos amargos	dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1	buena	buena	buena
Muestra refrigerada (0°C)			
humedad (%)		1,3	0,5
lípidos (%b.s.)		62,2	
peroxidos (meq/Kg)		12,3	7,1
colif. totales (NMP/100 ml)		9,1	23
colif fecales (NMP/100ml)		< 3	< 3
recuento total		4000	4800
color		verde típico	verde típico
sabor		dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1		buena	buena

Prueba 5:

Tipo de envase: bolsa metalizada

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.60. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	1 Mes	2 Meses
Muestra a temperatura ambiente			
humedad (%)	1,1	1,4	0,8
lípidos (%b.s.)	66,5	65,4	
peroxidos (meq/Kg)	14,9	9,3	6,4
colif. totales (NMP/100 ml)	93	75	43
colif fecales (NMP/100ml)	< 3	< 3	< 3
recuento total	82000	5400	6000
color	verde típico	verde típico	verde típico
sabor	dejos amargos	dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1	buena	buena	buena
Muestra refrigerada (0°C)			
humedad (%)		1,2	1
lípidos (%b.s.)		67,3	
peroxidos (meq/Kg)		9,2	6,2
colif. totales (NMP/100 ml)		43	23
colif fecales (NMP/100ml)		< 3	< 3
recuento total		5400	6000
color		verde típico	verde típico
sabor		dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1		buena	buena

Prueba 6:

Tipo de envase: bolsa metalizada

Condiciones de almacenamiento: oscuridad

Cuadro 5.61. Caracterización y almacenamiento de la palta deshidratada

PARAMETRO	0 Mes	1 Mes
Muestra a temperatura ambiente		
humedad (%)	1,1	0,5
lípidos (%b.s.)	69,8	
peroxidos (meq/Kg)	13,4	4,7
colif. totales (NMP/100 ml)	< 3	< 3
colif fecales (NMP/100ml)	< 3	< 3
recuento total	18000	6200
color	verde típico	verde típico
sabor	dejos amargos	dejos amargos
reconstitución 1:1	buena	buena
Muestra refrigerada (0°C)		
humedad (%)		0,3
lípidos (%b.s.)		
peroxidos (meq/Kg)		4,3
colif. totales (NMP/100 ml)		< 3
colif fecales (NMP/100ml)		< 3
recuento total		3600
color		verde típico
sabor		dejos amargos
reconstitución 1:1		buena

Cabe destacar que la experiencia 6 sólo fue evaluada al mes de almacenamiento, el cual concordaba con en fin de la primera etapa del proyecto.

Caracterización del producto

Bajo las condiciones de proceso antes indicadas, se obtiene un mayor rendimiento de producto y se evita que se queme. Se observó, además, que el sabor del producto obtenido en la última experiencia mejoró bastante en relación con los productos obtenidos inicialmente, aún cuando aún presente un leve dejo amargo.

La evaluación de calidad del producto no considera un panel sensorial establecido, en esta etapa del trabajo, debido a los problemas reportados en el sabor del producto, el que hace poco apetecible. Las pruebas sensoriales se realizaron con un panel informal.

Respecto de la evaluación del producto fresco, se observa que los contenidos de humedad y lípidos varían a lo largo de la temporada, siendo más baja la primera y más alto el segundo en las últimas experiencias. además de estos cambios, la maduración es mucho más rápida hacia el fin de la temporada, por lo que aumentan las pérdidas previas al proceso, debido a que el material se sobremadura muy rápido; esto implica que el tiempo de almacenamiento previo al procesamiento debe ser muy breve.

La evaluación fisicoquímica y microbiológica del producto en polvo, al tiempo cero, indica ausencia de microorganismos patógenos y un recuento total de bacterias dentro de los límites estimados para productos en polvo.

El nivel de peróxidos (relacionado con problemas de oxidación del producto) encontrado en las experiencias aún se encuentra un poco alto. El color y aroma del producto se considera típico e intenso. No se presentaron problemas de reconstitución en ninguna de las experiencias.

Almacenamiento

El producto obtenido en todas las experiencias fue almacenado en condiciones ambiente y bajo refrigeración, en oscuridad. Se realizaron análisis del producto cada 30 días por un período de 2 meses. La muestra 1 se analizó sólo el primer mes debido a su baja calidad y la muestra 6 también porque coincidió con el término del periodo de trabajo de la primera parte del proyecto.

Considerando la variabilidad que pueda existir en los análisis realizados se puede determinar que, en general, no se observó gran diferencia en los resultados de las muestras almacenadas en frío v/s aquellas guardadas a temperatura ambiente.

La humedad se puede considerar aproximadamente constante en el tiempo. El recuento total de microorganismos se mantiene relativamente constante o tiende a bajar. Para las últimas experiencias se mantiene en el tiempo la ausencia de patógenos, y en algunos casos, donde se vió presencia de coliformes totales, éstos no aumentan. La leve presencia de este tipo de

microorganismos se debería a un problema de manipulación excesiva del material, el que es viable solucionar.

Color, sabor y aroma se mantienen en el producto almacenado, prácticamente sin alteración. La reconstitución sigue siendo buena.

Respecto del parámetro índice de peróxidos (IP), se observa una tendencia a un aumento leve al principio del almacenamiento seguido de una baja de los mismos. En algunos casos, al primer mes se detecta directamente una disminución importante. Esta situación requiere de un análisis más exhaustivo para determinar, primero, como obtener un producto de menor IP, y segundo, si aún así persiste una baja posterior en el tiempo, o bien si los resultados se deben a problemas en el método de análisis.

5.5.3 Estabilidad en el almacenamiento del puré de palta deshidratado.

Las condiciones de trabajo más favorables se establecieron en la primera etapa de este proyecto. Estas permitieron obtener un mayor rendimiento y un producto con buena calidad en cuanto a color, aroma típico, buena reconstitución y recuento microbiológico bajo.

Solo se produjo un cambio en el antioxidante utilizado, cambiando el BHT (BHA) por TBHQ, ya que persistía el problema de valores muy altos para el índice de peróxido al inicio del almacenamiento. La dosis utilizada fue de 40 ppm, adicionada a la solución para diluir la pulpa de palta antes de atomizar.

Se realizaron tres repeticiones utilizando las condiciones antes señaladas. La caracterización del producto obtenido en cada una de ellas se presenta en el siguiente cuadro

Cuadro 5.62. Caracterización de puré de palta deshidratado.

Parámetro	1	2	3
Humedad (%)	1,3	1,1	1,1
Lípidos (% base seca)	54,8	58,7	56,4
Peróxidos (meq/Kg aceite)	11,2	12,8	11,7
Color	verde típico	verde típico	verde típico
Reconstitución 1:1	buena	buena	buena

- Análisis Sensorial

La evaluación sensorial realizada con un panel entrenado consideró sólo los siguientes parámetros de calidad: apariencia, color, y aroma, por cuanto persisten los problemas de amargor en el producto..

Los resultados de la evaluación sensorial se presentan en el siguiente Cuadro.

Cuadro 5.63. Evaluación sensorial de palta deshidratado

Parámetro	Calificación promedio
apariencia	6,38
color	5,38
aroma	3,80

Para evaluar el puré de palta reconstituido se utilizó un panel informal midiendo los siguientes parámetros: apariencia, textura, color, aroma, sabor, acidez y amargor.

El panel calificó el puré reconstituido con los siguientes conceptos: apariencia: buena; textura: buena; color: típico; sabor: bajo; aroma: bajo; acidez: baja; amargor: dejos amargos.

En cuanto al aroma no se detectó olor a rancio, pero si se identificó olor a aceite en ambos productos (en seco y reconstituído)

Almacenamiento:

El producto se almacenó en bolsas termolaminadas de aluminio, en refrigeración y a temperatura ambiente. Se realizaron análisis cada 20 días hasta completar los 2 meses.

Los resultados de los análisis efectuados durante el almacenamiento se presentan en los siguientes cuadros, según repeticiones.

Cuadro 5.64. Primera repetición

Parámetro	0 día	20 días	40 días	60 días
Refrigeración				
humedad (%)	1,3	1,5	1,3	1,2
lípidos (%bs)	54,8	54,2	55,2	54,0
peróxidos (meq/kg)	11,2	12,9	13,5	15,3
reconstitución 1:1	buena	buena	buena	buena
color	verde típico	verde típico	verde típico	verde típico
T. Ambiente				
humedad (%)		1,2	1,0	1,2
lípidos (%bs)		53,9	53,5	53,1
peróxidos (meq/kg)		13,9	17,2	17,6
reconstitución 1:1		buena	buena	buena
color		verde típico	verde típico	verde típico

Cuadro 5.65. Segunda repetición

Parámetro	0 día	20 días	40 días	60 días
Refrigeración				
humedad (%)	1,1	1,4	1,4	1,0
lípidos (%bs)	58,7	58,3	57,9	58,1
peróxidos (meq/kg)	12,8	13,0	16,1	16,9
reconstitución 1:1	buena	buena	buena	buena
color	verde típico	verde típico	verde típico	verde típico
T. Ambiente				
humedad (%)		1,0	1,3	0,9
lípidos (%bs)		57,2	56,4	55,7
peróxidos (meq/kg)		13,1	15,6	17,5
reconstitución 1:1		buena	buena	buena
color		verde típico	verde típico	verde típico

Cuadro 5.66. Tercera repetición

Parámetro	0 día	20 días	40 días	60 días
Refrigeración				
humedad (%)	1,1	0,9	1,0	1,0
lípidos (%bs)	56,4	56,1	55,4	54,9
peróxidos (meq/kg)	11,7	14,8	16,6	17,8
reconstitución 1:1	buena	buena	buena	buena
color	verde típico	verde típico	verde típico	verde típico
T. Ambiente				
humedad (%)		1,2	0,9	1,1
lípidos (%bs)		55,2	55,4	53,6
peróxidos (meq/kg)		14,0	17,4	18,9
reconstitución 1:1		buena	buena	buena
color		verde típico	verde típico	verde típico

- Humedad

Los valores del contenido de humedad del producto obtenido se mantienen constante durante el almacenamiento en las condiciones evaluadas, fluctuando entre 0,9 y 1,5%

La estabilidad en almacenamiento está determinada en mayor parte por el contenido de humedad residual. Así, cuando el contenido de humedad residual es del 5%, equivalente a una capa monomolecular de agua asociada al producto seco, la alteración es más rápida que con humedades inferiores.

- Lípidos

En cuanto al contenido de lípidos se puede apreciar que existe cierta tendencia a que estos disminuyan durante el almacenamiento, tanto en refrigeración como a temperatura ambiente. Esta disminución podría deberse a la oxidación que sufren los ácidos grasos producto del tratamiento térmico que se utilizó. El rango de fluctuación va desde 53,1 a 58,7% (base seca).

- Índice de peróxidos

Se puede observar que los valores de peróxidos iniciales (tiempo 0) son un poco más bajos a los obtenidos anteriormente, pero van aumentando gradualmente durante el almacenamiento. Esta situación es totalmente diferente a lo informado anteriormente en que los valores disminuían a medida que se avanzaba en el almacenamiento.

En relación a la reconstitución, ésta sigue siendo buena.

En cuanto al color se pudo establecer que el producto es extremadamente sensible a la luz, produciéndose una decoloración total de él frente a estas condiciones. Por el contrario,

almacenado en oscuridad, el color se mantiene sin alteraciones durante el período de almacenamiento.

5.5.4 Eficiencia Térmica

En el secado por atomización, la pulpa de palta se dispersa, por medio del rodete centrífugo, en forma de gotas minúsculas -más bien se trata de una niebla- de elevada relación superficie/masa, lo cual favorece la evaporación del agua. La velocidad de evaporación está en función del flujo de aire caliente y del caudal de alimentación de la pulpa; así, la temperatura que alcanza el producto seco puede ser controlada por efecto del enfriamiento evaporativo. En estos ensayos se mantuvo constante la velocidad del rodete atomizador (15.000 rpm).

Las dos variables que más influyen en la eficiencia del proceso de secado, así como en la calidad final del producto seco son: la temperatura del aire y el tiempo que permanece el producto dentro de la cámara de secado. La temperatura que mejor puede relacionarse con los cambios de calidad de un producto secado por atomización, es la temperatura que tiene el aire a la salida de la cámara de secado. Se puede determinar la eficiencia térmica de los procesos de secado por atomización a través del siguiente modelo matemático:

$$T. E. = \frac{T_E - T_S}{T_E - T_a} \times 100$$

siendo:

E.T. = Eficiencia térmica (%)

T_E = Temperatura del aire de entrada a la cámara de secado (°C)

T_S = Temperatura del aire de salida de la cámara de secado (°C)

T_a = Temperatura ambiente, que se consideró igual a 15°C.

En la Figura 5.29 se representa la variación de la eficiencia térmica en el secado por atomización en el secado de la pulpa de palta en función de la temperatura del salida del aire.

La ecuación de ajuste corresponde a una curva del tipo $Y=a+bx$, siendo ésta la siguiente

$$E.T = 116,27 - 0,9214 T_S \quad (r = 0,87 *)$$

Conviene señalar que las condiciones de trabajo que dan lugar a los mejores valores de la eficiencia térmica no son necesariamente los más convenientes, en cuanto a las características deseables del producto deshidratado.

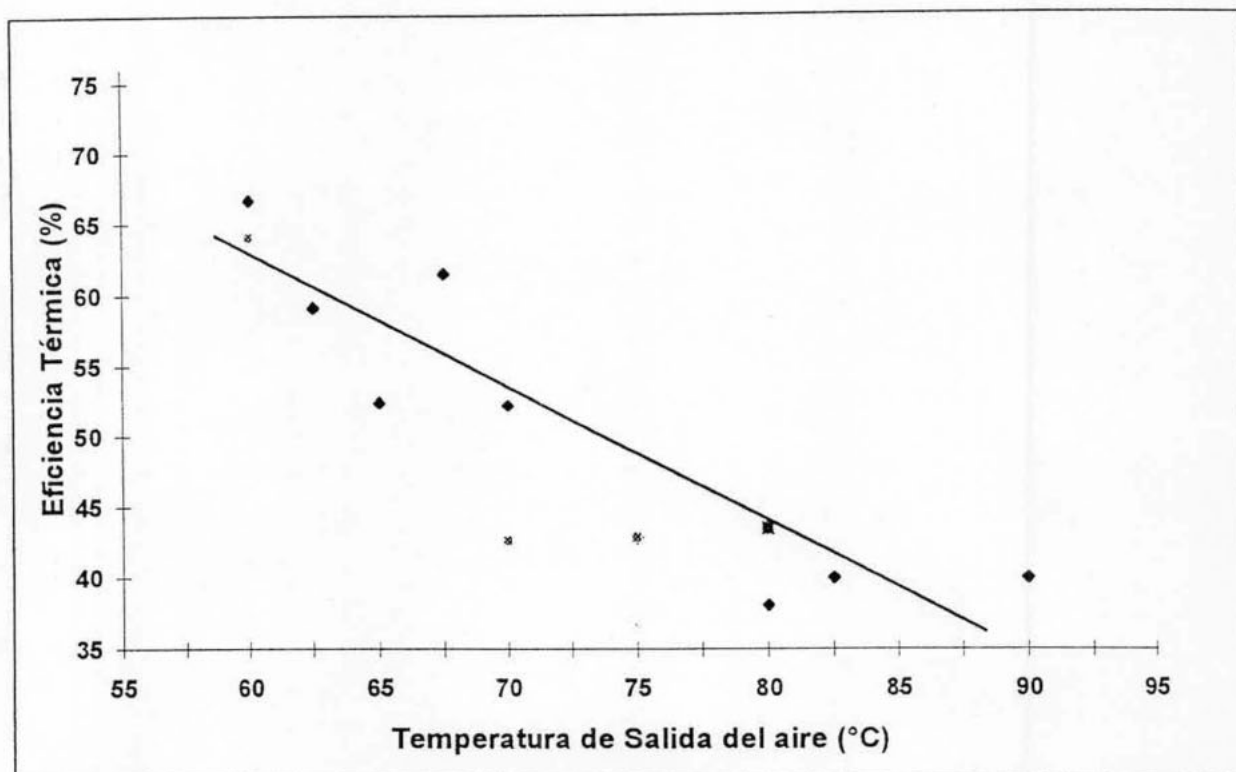


Figura 5.29. Variación de la Eficiencia Térmica en función de la temperatura de salida del aire.

5.6 Utilización del carozo.

5.6.1 Utilización de carozos como extruído

Caracterización de los carozos en fresco

Dentro de los objetivos del presente estudio estaba la caracterización del carozo y sus posibles usos. Para ello, se realizó un análisis proximal del mismo (Cuadro 5.62), diferenciando evaluar la composición de la cáscara externa del carozo y el corazón compacto. Los análisis se realizaron sobre carozos de palta variedad Hass y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 5.62 Caracterización proximal del carozo de palta cv.Hass

Parámetro	Cascara externa %	Carozo %
humedad	41.8	54.2
sólidos	58.2	45.8
lípidos	0.8	1
proteínas	4	1,9
cenizas	2.6	1
fibra	13,5	1
carbohidratos	37	40.6
cal/ 1 00 g	171,2	179

Se puede observar que igual que lo señala la literatura, el contenido de lípidos es bastante bajo, en tanto que el porcentaje de carbohidratos es bastante importante.

Debido a que existen antecedentes sobre un alto contenido de almidón en los carozos, lo cual lo haría un material apto para ser extruído, se analizó una muestra de carozo seco, obteniéndose que presentaba la siguiente composición:

humedad: 6 %
almidón 41,3%

De acuerdo con esto, el contenido de almidón concuerda con los datos obtenidos de bibliografía, donde se establece un valor cercano al 30% en base húmeda. Estos resultados ya lo hacen interesante a su estudio.

Procesamiento de los carozos

Se estableció realizar pruebas de procesamiento del carozo de palta por medio de extrusión, para lograr obtener un producto extruído o peletizado que podría servir como

base para alimentación de ganado.

De acuerdo a los resultados del procesamiento previo, se determinó que la humedad del carozo disminuía desde un 50% promedio hasta un 6 % con el secado. Lo que significa que de cada Kg de carozo fresco se pueden obtener aproximadamente 0,5 Kg. de carozo molido.

El Cuadro 5.63 muestra las condiciones obtenidas para lograr un adecuado producto extruído.

Cuadro 5.63 Condiciones de operación obtenidas en extrusion de carozos

PARAMETRO	Experiencia 1	Experiencia 2
Variedad	Fuerte	Fuerte
Peso inicial carozo fresco	8	20
Condiciones de secado	2-3h. 60-65 °C	2-3h. 60-65 °C
Producto a procesar (Kg.)	4	10
Adición de maíz (Kg.)	6	0
Humedad carozo seco molido(%)	6	6
Condiciones de la extrusión		
Tiempo de proceso	5 minutos	5 minutos
matriz	cónica 2 perforaciones 4 mm diámetro	cónica 2 perforaciones 4 mm diámetro
número de cuchillos	7	4
velocidad de cuchillos	posición 7	posición 7
RPM tornillo	posición 2 (394 RPM)	posición 2 (394 RPM)
alimentación	posición 6	posición 7
preacondicionador	posición 7	posición 4,5
número de camisas	3 (con agua)	2 (con agua)
temperatura última camisa	70 °C	90 °C
rotámetro preacondicionador	10 m ³ /s	25 m ³ /s
rotámetro camisa	15 m ³ /s	30 m ³ /s
Pérdidas estimadas	5%	5%

Determinación de la calidad del producto

Debido a la posible presencia de principios antinutricionales, se analizó la presencia de inhibidores de tripsina y taninos, específicamente en el producto seco molido y en el material extruído. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 5.64

Cuadro 5.64 Caracterización del carozo de palta Hass en polvo y extruido

Parámetro	Carozo en Polvo	Extruído Exp.1	Extruído Exp.2
Humedad (%)	6	8	3,02
Inhibidores de Tripsina (UTI/gr. muestra)	13.400	30,18	30,95
Taninos (gr/100gr.)	0,1	<0,01	0,01
Recuento Total (UFC/gr.)		200	7000

Además de lo anterior, se realizaron algunos análisis respecto de la calidad del producto extruido, comparado con datos de referencia de snacks, de manera de establecer si sus características son similares a la de los productos extruidos de tipo comercial. (Cuadro 5.65)

Cuadro 5.65 Caracterización del carozo extruido de palta cv. Hass

Parámetro	Extruído Exp. 1	Extruído Exp. 2	Productos Snacks
Humedad (%)	8	3,02	1 - 5
Densidad (g/L)	212,5	303	100-200
Indice de absorción agua (g/g)	6,89	4,88	1-5
Indice de solubilidad agua (g/100g)	4,69	18,95	10-40
Gelatinización (%)	95,25	80,66	70-97

Las condiciones de procesamiento más adecuadas para los carozos de palta se detallaron en la metodología. Cabe señalar que, de acuerdo a los datos obtenidos en la última experiencia de secado, por cada 100 Kg. de palta es posible obtener alrededor de 16,5 Kg. de carozos frescos, y de estos, luego de procesar se obtienen cerca de 8,8 Kg. de carozo seco molido. La extrusión tiene una eficiencia de cerca del 95%, por lo que finalmente se obtendrían cerca de 8,4 Kg. de carozo extruido.

Respecto de las condiciones de extrusión, es importante indicar que no existieron problemas de exceso de producto pegado en el equipo, pero es necesario operar a mayores temperaturas cuando se trabaja con carozo sólo, sin mezclar con maíz.

En la extrusión de carozo sin otro material, se obtiene un tipo de producto snack, un poco menos inflado que el producto de la prueba con mezcla. Si se le aplica presión, este "snack" de carozo se disgrega más fácil que el otro material, quedando como polvo. Esto último puede deberse a la menor humedad del producto sólo frente al mezclado con maíz.

El resultado del análisis microbiológico indica un valor de recuento total de bacterias bastante bajo para ambos productos.

La comparación de los productos obtenidos con parámetros relevantes que se determina en materiales tipo snacks indica que el carozo extruído presenta características muy similares a los datos de referencia, excepto por su mayor densidad. En tanto el extruído carozo - maíz presenta resultados fuera de los límites mencionados y requeriría de un secado posterior para rebajar su humedad a valores más estables, aunque su porcentaje de gelatinización cae dentro de los rangos típicos.

Análisis de Factores antinutricionales

Dentro de la evaluación de factores antinutricionales, sólo se pudo medir inhibidores de tripsina y contenido de taninos (polifenoles). Se observó la presencia de ambas sustancias en el producto en polvo antes de ser extruído, pero en concentraciones alrededor de 10 veces menores que las que se encuentran normalmente en leguminosas. Los resultados indican claramente que la extrusión es un medio para destruir dichas sustancias o disminuirlas a niveles mínimos, debido al tratamiento térmico que se establece en la operación.

5.6.2 Evaluación del Carozo de Paltas Cv Fuerte y Hass en dos estados de Madurez

Paltas de los cultivares Hass y Fuerte cosechados con dos estados de madurez, inmaduras y maduras fueron caracterizadas en su composición. Se les determinaron los siguientes parámetros: porcentaje de humedad, porcentaje de proteínas, porcentaje de cenizas, porcentaje de extracto etéreo, porcentaje de extracto no nitrogenado (carbohidratos totales) y porcentaje de fibra.

Los resultados obtenidos para cada parámetro medido en ambos cultivares se presentan en las Figuras 5.29. y 5.30.

Se observa que en relación con el porcentaje de proteínas, este es mayor en aquellos carozos provenientes de paltas maduras, esto hace que el nivel nutritivo de este producto, para uso animal, sea mayor en aquellos carozos provenientes de frutos maduros. Al hacer la comparación entre cultivares, el carozo del cultivar Hass presentó un mayor nivel de proteínas que aquel proveniente de palta Fuerte.

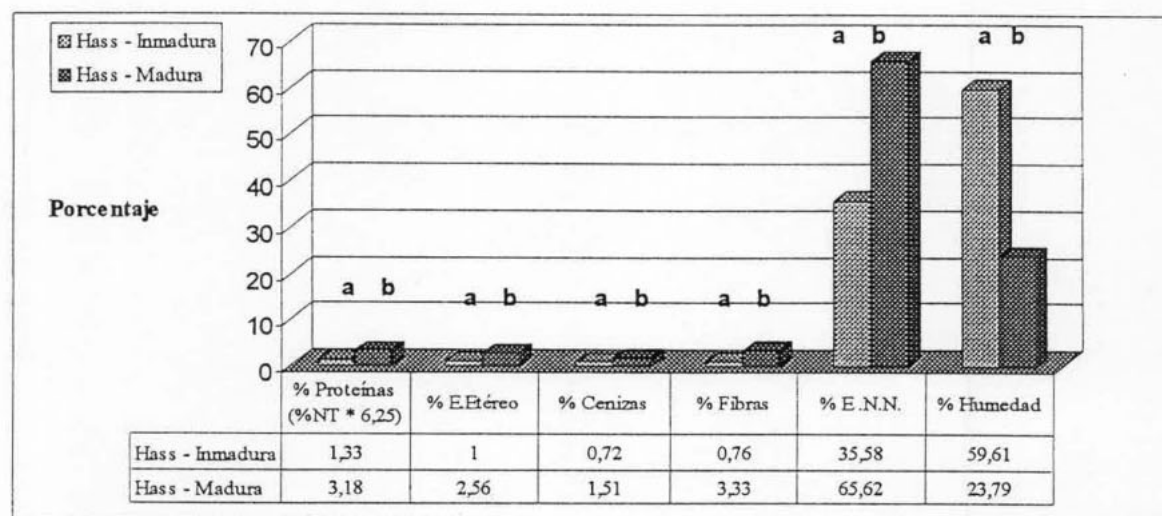
En la medición del extracto etéreo (medición de las materias grasas), se aprecia que el carozo del cultivar Hass presenta un mayor nivel de materia grasa que aquel proveniente del cultivar Fuerte. A su vez para ambos cultivares, el carozo proveniente de frutos maduros tuvieron un mayor nivel de materia grasa, lo que se explica por la necesidad de energía que tiene el carozo para su germinación. Esta situación hace que los carozos provenientes de paltas maduras presentarían una mayor probabilidad de sufrir rancidez y posiblemente sufran de una mayor capacidad de oxidación especialmente en la formación de compuestos melanoideos oscuros.

El porcentaje de fibra de los carozos se incrementó a medida que el fruto maduró, sin embargo en el cultivar Hass, el nivel alcanzado fue muy superior al ocurrido con el cv. Fuerte.

Al analizar el porcentaje de cenizas, se aprecia un comportamiento diferente entre cultivares. En el cv Hass el nivel de cenizas del carozo se incrementó con la madurez de los frutos, lo contrario ocurrió con el Cv. Fuerte. Además el nivel de cenizas que presentó el cv Fuerte en carozos provenientes de frutos inmaduros, fue muy superior al presentado por el cv. Hass, sin embargo, el carozo de este último cultivar alcanzó niveles mayores cuando los frutos maduraron.

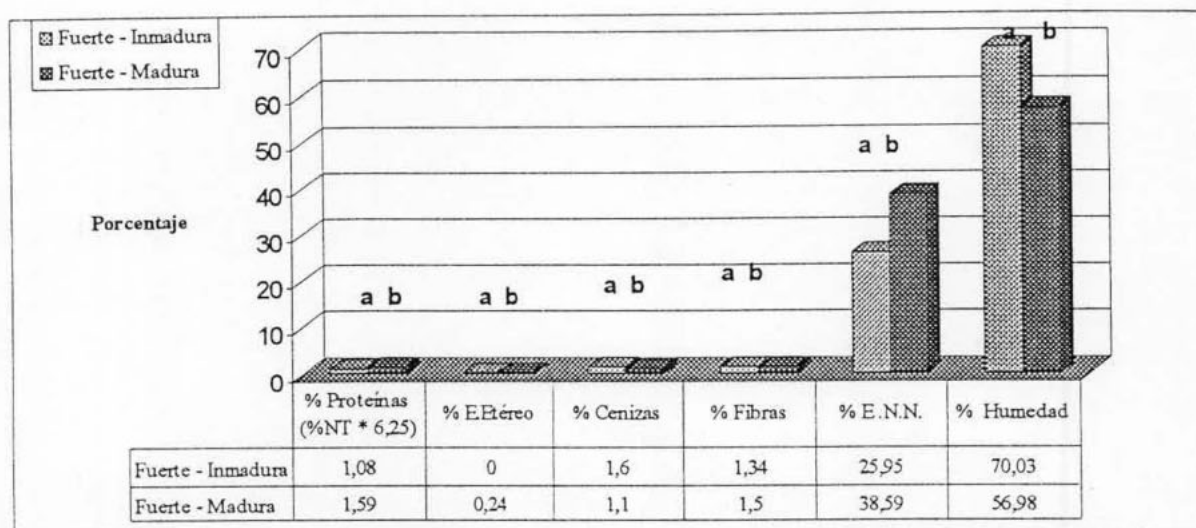
En cuanto al extracto no nitrogenado (carbohidratos) también el estado de madurez de los frutos y el cultivar, afectaron su nivel. Carozos de frutos mas maduros tuvieron un mayor nivel de carbohidratos. Esta situación se explica, por ser el carozo una estructura que requiere energía durante la germinación. Al considerar que un gran porcentaje de los carbohidratos en el carozo de paltas está constituido por el almidón, aparece el cv Hass como el mejor para lograr una buena calidad de extruído.

Con relación a la humedad, hay una disminución de ella a medida que los frutos maduraron. Esto se explica por el aumento de los nutrientes analizados anteriormente. La diferencia presentada entre cultivares, se puede explicar por el tamaño de la semilla. Teniendo el cv. Hass una semilla mas pequeña puede que se produzca una concentración de nutrientes y por consiguiente una disminución de la humedad.



*Letras iguales en cada parámetro, no presentan diferencias significativas según Test de Tuckey 0,05.

Figura 5.28 Evolución del porcentaje de proteína, extracto etéreo, cenizas, extracto no nitrogenado y humedad en carozos de palta cv. Hass.



*Letras iguales en cada parámetro, no presentan diferencias significativas según Test de Tuckey 0,05.

Figura 5.29 Evolución del porcentaje de proteína, extracto etéreo, cenizas, extracto no nitrogenado y humedad en carozos de palta cv. Fuerte.

Los valores de los nutrientes reportados en el análisis proximal para el cv Hass, son superiores a aquellos reportados en el primer informe. Esto cual puede deberse principalmente por una diferencia en los niveles de madurez de los frutos.

De los resultados reportados se puede deducir que una mejor calidad de extruídos de carozos de paltos se puede lograr con frutos más maduros.

6. ESTIMACIÓN DE COSTOS

6.1 Pulpa de palta osmocongelada (tratada con DO previo a congelación)

La estimación de costos para los productos que se han sometido a deshidratación osmótica debe pasar necesariamente por el conocimiento acabado de la tecnología que se utilice y de las operaciones que se realicen. Para esto es fundamental investigar cuales son las condiciones más apropiadas de operación, el equipamiento ad-hoc, insumos, gastos de energía, etc. pasando por los ensayos de laboratorio y planta piloto y luego escalar los datos hacia una producción mayor.

Hay que tener en cuenta, que durante la DO se elimina una fracción importante de agua sin cambio de fase, que puede ser incluso a temperatura ambiente. La aplicación posterior de una etapa de congelación se hará considerando que el vegetal ya está semideshidratado, por lo que el tiempo de residencia en esa etapa será sustancialmente menor.

Supuestos y consideraciones generales :

a) Se consideró la instalación de una línea de elaboración de pulpa de palta congelada con aplicación de DO en una planta congeladora de frutas en régimen de producción.

Las etapas previas al tratamiento osmótico se realizan en la línea de producción de pulpas, que tienen un sistema de congelación en bloque. La DO se efectúa a temperatura ambiente (20°C) por 5 horas.

En la etapa de concentración a presión reducida del jarabe remanente del tratamiento osmótico se requiere de un evaporador. Se considera que la planta cuenta con este equipo y que no sería necesaria su adquisición. En todo caso en el mercado existen evaporadores al vacío cuyo precio depende de la capacidad y características de construcción.

b) Se supone que la línea está operando en estado de régimen y reutilizan los jarabes.

6.1.1 Costos directos de fabricación

Se consideran como costos directos: materia prima, insumos, mano de obra, energía y agua.

6.1.1.1 Materia prima

Para el costo de materia prima se consideró el precio promedio de mercados mayorista de Santiago en la temporada 1997/98.

La producción se calculó tomando como base la capacidad del evaporador al vacío. De acuerdo a esto la producción se estima en 1 tonelada de producto terminado por día, en condiciones normales de operación. El rendimiento promedio - medido experimentalmente - de la palta desde la recepción al pulpado es de 55% (incluyendo la pérdida de agua de la DO), no obstante se establecerá en 50% como medida de seguridad. Sobre esta base se requieren 2000 kg de palta fresca/día.

6.1.1.2 Insumos

La solución osmótica se compone de maltodextrina y NaCl 50 y 10% respectivamente; considerando además una relación de palta: solución de 1:4, para deshidratar 1400 kg de palta se necesitarían 5600 kg de solución, esto es 2800 kg de maltodextrina, 560 kg de sal y 2240 L de agua.

Para preparar la solución antioxidante se requiere ascorbato de sodio y ácido fosfórico (85%) en cantidades de 1,5 y 1% respectivamente, para hacer 700 L de solución se necesitan 10,5 kg del primero y 7 l del segundo. Además se debe ajustar el pH de la solución osmótica a 1,5; para ello se requiere de 5 mL de ácido por cada kilo de solución; esto implica un consumo de 28 L de ácido fosfórico.

El lavado debe hacerse con cloro en concentraciones de 50 ppm esto es 500 g de cloro por 10.000 L de agua; suponiendo una concentración comercial del 8% se necesitan 6 L del agente desinfectante.

La pulpa se envasará en bolsas de polietileno de 5 kg de capacidad, considerando una pérdida de 1%, para envasar 1000 kg de producto se necesitan 202 bolsas.

6.1.1.3 Mano de obra directa

En el cálculo de requerimiento de gente se considerará un rendimiento mínimo de 80% (con esto se incluye el tiempo de puesta en marcha y término de producción en la línea). Las horas hombre en la línea de producción estarían distribuidos de la siguiente manera:

Preparación de la solución: se necesitan calentar 2240 L de agua a una tasa de 11 L/min, que se cubre con 4,2 H.H.(horas/ hombre)

Selección y lavado: El peso promedio de la palta es de 220 g/unidad, se estima en 9100 unidades el total de palta que se lava a una tasa de 2 unidades/5 seg., luego resulta necesario disponer de 7,9 horas hombre (H.H.)

Mondado y corte: la palta debe mondarse y cortar en semilunas de 1 cm de espesor, para luego sumergirse en la solución antioxidante por 20-30 minutos. El mondado manual, corte y

extracción se semilla es la etapa más lenta demorando 1 minuto/unidad, necesitando 190 H.H para procesar todas las paltas.

Carga y descarga de estanques: se dispone de dos estanques con capacidad para deshidratar 700 kg de palta. La carga y descarga de cada estanque requiere de 2 personas que demoran 1 hora en ambas operaciones, lo que significa 5 H.H.

Pulpado: suponiendo una capacidad de 500 kg/hr y un 85% de capacidad real, el equipo debe funcionar durante 2,5 hrs y requiere de 2 personas para su operación, lo que significa 6,3 H.H. (con la DO se produce una pérdida de peso del orden del 25%). Se llenan 85 bolsas de 5 kg/h.

Sellado al vacío: se necesita una persona que opere la selladora al vacío, que supondremos tiene un 85% de rendimiento. La tasa de sellado es de 1 unidad/30 seg, por lo que para procesar el total de bolsas se necesitan 2,6 H.H

Total H.H: 216

6.1.1.4 Energía

Referido al volumen señalado de producción se calcula el gasto de energía en cada etapa donde se utilice. Se compone de dos tipos de energía : petróleo y electricidad.

- Petróleo:

Preparación de soluciones: Se requiere calentar 2240 L de agua desde aproximadamente 18 a 80°C. Se dispone de dos estanques de 500 L cada uno; el tiempo de calentamiento de un estanque es de 1,5 h con un consumo de vapor de 300 kg/h. Esto significa un tiempo de 3,5 horas con un consumo de vapor de 1100 kg, equivalentes a 70 L de petróleo.

Evaporador: para el funcionamiento del evaporador se estima un gasto de 4000 kg de vapor diarios, esto es 250 L de petróleo.

Total consumo petróleo: 320 L

- Electricidad:

Bomba : se utiliza para el movimiento del jarabe dentro de los estanques y para transportarlo entre el evaporador y el estanque. Se considera un consumo de 2 kwh, por 7 h, lo que significa un consumo de 14 kw.

Pulpadora: El consumo de energía es de 1,8 kwh, es decir, se utilizan 4,5 kw

Total consumo electricidad: 18,5 kw

6.1.1.5 Agua potable:

Agua se consume en las etapas de lavado de la fruta antes del tratamiento osmótico, en la preparación de las soluciones, en la limpieza de la línea de la bomba de vacío y principalmente en el condensador de la unidad evaporativa. Se estima un consumo diario de agua de 140 m³.

En los cuadros 6.1 y 6.2 se presentan, respectivamente, un resumen de los componentes de los costos directos y los costos directos valorizados.

Cuadro 6.1 . Resumen componentes costos directos

Item	Precio (\$/unidad)	Precio unitario
Materia prima		
- palta	600 / kg	600
Insumos		
- maltodextrina	13.900 / 25 kg	556
- sal	130 / kg	130
- ascorbato de Na	153.400 / 25 kg	6.136
- ácido fosfórico	12.980 / 2,5 L	5.192
- cloro	825 / 5 L	165
Suministros		
- petróleo	144 / L	144
- electricidad	45 / kw	45
- agua	154,5 / m ³	154,5
Otros		
- bolsas BB540 300x400	* 94.000/1000 u	94
- personal	2.000 / H.H	2.000
- congelación	24.000 / ton	24.000
- mantención	450 / ton día	450

*: valor US\$ 175 + IVA (US\$: \$455)

Cuadro 6.2. Costos directos pulpa de palta DO y congelada

Base de cálculo: Producción 1.000 kg ; Rendimiento: 50%

Item	Precio (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Palta	600	2000	1.200.000
Maltodextrina	556	2800	1.556.800
Sal	130	560	72.800
Ascorbato de sodio	6.136	10,5	64.428
Ácido fosfórico	5.192	35	181.720
Cloro	165	6	990
Bolsas	202	94	18.988
Petróleo	144	320	46.080
Electricidad	45	18,5	833
Agua	154,5	140	21.630
Personal	2.000	216	432.000
Congelación	24.000	1	24.000
Mantención	450	15	6.750
Total:			3.627.019

Costo total de la producción en fábrica: \$ 3.627.019

Costo unitario del producto: $3.627.019 / 1.000 = \$ 3.627 / \text{kg}$ **6.1.2 Costos indirectos de fabricación.**

Para los efectos de calcular los costos indirectos se debe tener en cuenta que la línea de producción de pulpa de palta congelada con aplicación de tratamiento osmótico, se ubica dentro de la planta congeladora y aprovecha la estructura de administración de personal existente. En consecuencia no se consideran costos de mano de obra indirecta, ni gastos de mantención y reparaciones, etc. Se considera que los costos indirectos de fabricación corresponden a un 30% de los costos directos.

6.2 Palta deshidratada por atomización

Equipamiento necesario para proceso de secado en spray

- Calderete eléctrico (cap. app 100 kg vapor/h)
- Secador spray
- Líneas de vapor agua y electricidad
- Mallas para tamizar pulpa
- Equipo mezclador
- Pulpadora

Datos secador spray Niro

- Capacidad: 10 l agua evaporada/h
- Consumo eléctrico: 6 kwh
- Consumo eléctrico calderete: 4 kwh
- Consumo vapor 60 kg/h
- Consumo agua 0,06 m³/h

Estimación costos insumos

Costo operación: \$700/h

Para procesar 100 kg de palta fresca se requieren 20 a 25 H.H. de operarios que clasifiquen, pelen y descarocen el producto. Las operaciones de pulpado, mezcla con aditivos y preparación de pulpa para secar requieren 1 H.H. más.

De 100 kg frescos se obtienen 60 kg de pulpa, los que adicionada la solución de aditivos se transforman en 100-120 kg a procesar. Como producto se obtendrían 15 kg de palta en polvo.

Para procesar esta cantidad de material se requiere operar el secador por aproximadamente 8 a 9 horas, con un total de 10 a 11 H.H. de técnico para preparar el equipo, procesar y limpiar posteriormente.

Los costos asociados serían:

- Costos operarios preparación de material: 25 H.H. x 2000= \$ 50.000
- Costo técnico preparación pulpa y secado 12 H.H. x 3000= \$ 36.000
- Costo operación secador spray: 9 horas x 700= \$ 6.300
- Costo materia prima : 100 kg x 600= \$ 60.000
- Total costo : \$ 152.300
- Costo por Kg palta en polvo 152.300 / 15= \$ 10.153

7. CONCLUSIONES

7.1 Evolución y caracterización de los aceites en paltas cv. Fuerte y Hass.

- Existe una correlación a través del tiempo de desarrollo de la fruta entre el contenido de aceite y el porcentaje de humedad en paltas cv. Fuerte y Hass.
- El nivel de aceite mínimo para cosechar, determinado mediante el porcentaje de humedad, varía en la época según las condiciones ambientales existentes cada año.
- Los porcentajes de aceite que alcanza el cv Fuerte en sus etapas de madurez es siempre mas alto que el de Hass en la misma etapa.
- El principal y mayoritario ácido graso constituyente del aceite de palta en los cv Fuerte y Hass es el oleico.
- El desarrollo del ácido oleico en estados de madurez equivalentes es mayor en el cv. Fuerte que en el Hass en tanto que con respecto al ácido linoleico la situación es inversa.
- El ácido oleico, con un grado de insaturación, tiende a disminuir tanto en el cv. Fuerte como en el Hass, posteriormente a que la fruta alcance su estado optimo de madurez.
- El ácido linoleico importante por su doble grado de insaturación se incrementa hacia la madurez de la palta cv. Hass mientras que en el caso de Fuerte se mantiene o tiende a disminuir.
- No existe una correlación en la evolución o desarrollo de los distintos ácidos grasos.
- La utilización del aceite en forma industrial es mejor al momento en que la palta llega a su madurez óptima.
- La calidad del aceite de palta, por su grado de insaturación es de buena calidad para su uso en productos cosméticos.

7.2 Congelación de palta

7.2.1 Evaluación del congelado en palta cv. Hass, bajo distintas formulaciones y sistema de congelado.

- El congelado de pulpa de palta procesada en puré, resulta adecuada, ya que, conserva índices de calidad sensorial, color, pH y acidez.
- El congelado de pulpa de palta procesada en mitades, resulta inadecuada, ya que, sufre un fuerte pardeamiento enzimático una vez descongelada,, afectando los índices de calidad.
- El método empleado para congelar: inmersión en nitrógeno líquido, o en cámara , no muestra diferencias significativas sobre la pulpa de palta, ya sea, para puré o para mitades.
- El tiempo de almacenaje en frío de dos meses, no alteró las características del producto (evaluación sensorial, color, pH y acidez), las que se mantienen constante durante el tiempo que estuvieron almacenadas.

7.2.2 Evaluación de congelado en palta (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Fuerte y Hass bajo distintas formulaciones.

- Existe un efecto de los cultivares sobre la calidad final de la pulpa congelada, siendo más notorio en el cv. Bacon, cuya calidad sólo se mantuvo hasta los 20 días de iniciado el ensayo. El cv. Fuerte conservó su calidad por un período comprendido entre los 20 - 40 días; en cambio las variedades Hass y Edranol obtuvieron mejores calificaciones desde el inicio del ensayo manteniendo su calidad por 40 - 60 y 60 días, respectivamente.
- La respuesta de la pulpa de palta respecto al tiempo de almacenaje y calidad final en todos los cultivares dependió de la forma de procesamiento de los frutos :
- El congelado de pulpa procesada como puré, conserva por mayor tiempo sus índices de calidad sensorial, color, pH y acidez.
- El congelado de pulpa procesada en trozos, sufre un fuerte pardeamiento enzimático una vez descongelada, afectando los índices de calidad sensorial y comercial, lo que se acentúa en las últimas fechas evaluadas.
- Respecto a las dosis de aditivos, el tratamiento que resultó ser más efectivo para controlar el pardeamiento enzimático fue aquél que contiene ácido ascórbico al 0.3 % , ácido cítrico al 0.2 % y sal 2 %, el cual mantuvo el color en Fuerte, Hass y Edranol hasta los 60 días, sin presentar coloraciones oscuras.

7.2.2.1 Evaluación de refrigerado y congelado de palta (*persea americana* Mill) cv. Hass en mitades.

- La refrigeración de paltas en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara, a 4 °C y envasadas al 10% de vacío, no mantiene la calidad de este producto hasta los 20 días de almacenaje debido al pardeamiento y desórdenes patológicos generalizados.
- La inmersión en salmuera de paltas en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara, y la ausencia de luz durante su almacenaje refrigerado, no reducen la incidencia de desórdenes patológicos cuando la temperatura de refrigeración es de 4 °C y se envasan las paltas al 10% de vacío.
- El proceso de congelado deteriora la textura de paltas en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara, fenómeno que se acentúa en paltas con mayor grado de madurez (2lb).
- La solución de ácidos cítrico y ascórbico al 0,2% cada uno, reduce el pardeamiento enzimático en paltas congeladas en mitades con o sin carozo y con o sin cáscara, pero en ocasiones provoca un deterioro del sabor por acidez excesiva.
- La presencia de cáscara en paltas congeladas en mitades con o sin carozo favorece su calidad al mejorar su apariencia.
- La presencia o ausencia de carozo en paltas congeladas en mitades con o sin cáscara, no tiene influencia sobre la calidad de este producto a no ser por preferencias personales del consumidor.

7.3 Deshidratación Osmótica

7.3.1 Evolución de las variables evaluadas durante la DO

- Cuando se somete la palta cv Fuerte a un proceso de deshidratación osmótica se produce un fenómeno de transferencia de masa simultáneo y en contracorriente: sale agua desde la fruta hacia la solución (en una mayor proporción) y entran sólidos solubles a la palta.
- La mayor pérdida de agua está asociada con el tratamiento que emplea una mezcla de maltodextrina 50%-NaCl 10%, la cual a la vez produce una importante disminución de A_w .
- Por otro lado, la menor pérdida de agua ocurre con el tratamiento de NaCl 20%, siendo la maltodextrina sola la que produce una pérdida de agua intermedia.
- El ingreso de NaCl a la palta deshidratada con la solución mixta, hace que tenga una baja aceptabilidad debido al fuerte gusto salado que le imparte, lo que se podría corregir utilizando una menor concentración de sal o bien se podría utilizar como extensor de pulpa de palta fresca.
- Por otro lado, el tratamiento con maltodextrina sola no presenta este problema, pero la pérdida de agua es menor y el a_w prácticamente se mantiene.
- La gran cantidad de NaCl que ingresa a la palta al utilizar la solución de NaCl 20%, unida a la baja pérdida de agua sugieren que este tratamiento no es adecuado.
- Este proceso se podría aplicar a los paltines, los que por lo general sólo constituyen una pérdida para el productor. Además, debido a que sólo poseen un vestigio de semilla y no son de gran tamaño, sólo sería necesario mondarlos para someterlos al proceso.

7.4 Osmocongelación - almacenamiento

- El contenido de humedad en las condiciones evaluadas se mantiene constante durante todo el período de almacenamiento, estando cercano al 60%.
- El contenido de sólidos solubles y sal también se mantienen durante el período analizado, siendo éstos del orden de 22 y 18%, respectivamente.
- En el producto almacenado a temperatura ambiente se produce un aumento gradual del pH durante el almacenaje. Las muestras en congelación mantienen sus valores de pH durante los 80 días controlados.
- El índice de peróxidos tiende a aumentar en forma proporcional a la temperatura de almacenamiento utilizada.
- El color de la pulpa DO no sufre alteraciones cuando se almacena en régimen de congelación.
- En cuanto a la vida útil de la palta deshidratada osmóticamente, es posible afirmar que durante 80 días de almacenamiento a temperatura de congelación (-20°C), el producto conserva su calidad original, en tanto que en régimen de refrigeración (4°C), son 40 días y a temperatura ambiente no es superior a 10 días.

7.5 Deshidratación por atomización

- Los resultados obtenidos indican que es posible obtener un producto en polvo de buena calidad a partir de pulpa de palta.
- Las condiciones más adecuadas de pretratamiento incluyen lavado, descascarado y descaroado, seguido de una inmersión en una solución de ácido cítrico (300 ppm). Molienda y trituración en equipo pulpador. Se debe mezclar la pulpa de palta con una solución con preservantes (ácido cítrico, ácido ascorbico), antioxidante (TBHQ) y coadyuvante (maltodextrina 10 DE) en una relación 1:1 o 1:2.
- El secado spray debería realizarse con las siguientes condiciones: Temperatura de entrada del aire: 120-130 °C; Temperatura de salida del aire 70-80°C; velocidad de alimentación 8-10 kg/hr,; Temperatura de vapor 120-130 °C.
- En general, el producto mantiene una calidad media por 2 meses, ya que persiste el problema de oxidación de lípidos (los valores iniciales de índice de peróxido aún son altos y aumentan gradualmente en el almacenamiento) Sería importante estudiar el uso de mezclas de TBHQ y BHA y/o BHT para poder controlar el problema de rancidez.

7.6 Evaluación y caracterización del carozo en paltas

- Carozos del cv. Hass muestran un contenido elevado de almidón en su composición, en tanto que los contenidos de lípidos es bajo.
- De carozo fresco es posible obtener un 50% de carozo extruído.
- Del carozo de palta Hass es posible obtener snack solo o combinando con maíz aunque este ultimo requiere de un secado extra. Los productos señalados se obtienen con un recuento total de bacterias bastante bajo.
- La extrusión es un medio para destruir inhibidores de tripsina y taninos o disminuirlos a niveles mínimos, debido al tratamiento térmico que se establece en la operación.
- El carozo de palta puede ser utilizado como alimento animal como producto extruído
- Los niveles de proteínas en paltas cv. Fuerte y Hass son mas elevados en fruta madura siendo mayor en este ultimo cultivar.

BIBLIOGRAFIA

- AGUDELO C.A., 1993. Conservación de pulpa de palta. *Alimentos* 18 (4): 11-14.
- ARAYA, E. 1990. Guía de laboratorio de análisis sensorial. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Dpto. de Agroindustria.
- AZUARA, E., CORTÉS, R., GARCÍA, H., BERISTAIN, C.I. 1992. Kinetic model for osmotic dehydration and its relationship with Fick's second law. *International Journal of Food Science and Technology*. 27: 409-418.
- BATES, R.P. 1968. The retardation of enzymatic browning in avocado puree and guacamole. *Proc. Florida State Hortic. Soc.* 81:230-5.
- BEAN, R.C. 1958. Changes in sugar in the development and storage of avocados. *California Avocado Soc. Yearbook*, 1958.
- BERGH B.; KUMAMOTO J. and CHEN P. 1989. Determination maturity in whole avocado. *California Avocado Soc. Yearbook*. pp 173-176.
- BISWAL, R.N., LE MAGUER, M. 1989. Mass transfer in plant materials in contact with aqueous solutions of ethanol and sodium chloride: equilibrium data. *Journal of Food Processing Engineering*. 11: 159-176.
- BIZMIANA, V.; BREENE, W.M.; CSALLANY, A.S. 1993. Avocado oil extraction with appropriate technology for developing countries. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 70 (8): 821-822.
- BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C.; JACKSON, R.; K.C.N.G. 1983. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. *Journal of Food Science*. 48: 202-205.
- BONGIRWAR, D.R., SREENIVASAN, A. 1977. Studies on osmotic dehydration of banana. *Journal of Food Science and Technology*. 14: 104-112.
- BRIMELOW, C.J.B. 1985. A pragmatic approach to the development of new intermediate moisture foods. En: *Properties of water in foods in relation to quality and stability*. Ed. Simata, D., Multan, J.L. 405-419.
- CANTO W. 1980. Avacate extracao usos e seus mercados atuais no brasil e na europa.
- CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 249p.
- CARVALLO, P., SCHAFFELD, G. 1983. Formulación de un producto unttable de palta. *Alimentos*. 8 (4): 9-14.

- CORTEZ R. 1971. Estudio de las condiciones químicas y tecnológicas para una posible industrialización de la palta. ATA 11(2):295
- CIREN CORFO, 1993. Catastro Frutícola, V Región. 247 p.
- COLLIGNAN, A., RAOULT-WACK, A.L., THEMELIN, A. 1992. Energy study of food processing by osmotic dehydration and air drying. *Agricultural Engineering Journal*. 1 (3): 125-135.
- COLLIGNAN, A., RAOULT-WACK, A.L. 1994. Dewatering and salting of cod by immersion in concentrated sugar/salt solutions. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 27(3): 259-264.
- CONWAY, J., CASTAIGNE, G., PICARD, G., VOVAN, X. 1983. Mass transfer considerations in the osmotic dehydration of apples. *Canadian Institute Food Science and Technology Journal*. 16 (1): 25-29.
- CURIEL, M. 1985. Process for the recovery of oil from avocado fruit. United States Patent US 4560568.
- DESHPANDE, S. 1982. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry beans. *J. Food Sci.* 47: 1846-1850.
- ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades: Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa del desarrollo hasta la madurez fisiológica. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía, 54p.
- FAO. 1990. III Reunión técnica de la red latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 107-122.
- FARKAS, D.F., LAZAR, M.E. 1969. Osmotic dehydration of apple pieces: effect of temperature and syrup concentration on rates. *Food Technology*. 23: 688-690.
- FERSINI, A. 1975. El cultivo del aguacate. Madrid, Mundi-prensa. 249 p.
- FOX, M., LONCIN, M. 1982. Investigations into the microbiological stability of water-rich foods processed by a combination of methods. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 15 (6): 321-325.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. el cultivo del palto. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201p.
- GARCIA R. 1975. Effect of temperature and heating time on the detection of off-flavor in avocado paste. *J. Food Sci.* 40: 200.

- GIANGIACOMO, R., TORREGGIANI, D., ABBO, E. 1987. Osmotic dehydration of fruit: part 1. sugars exchange between fruit and extracting syrups. *Journal of Food Processing and Preservation*. 11: 183-195.
- HAWKES, J., FLINK, J.M. 1978. Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2: 265-284.
- HENG, K., GUILBERT, S., CUQ, J.L. 1990. Déshydratation osmotique de la papaye: Influence des variables du procédé sur la qualité des produits finis. *Sciences des Aliments*. 10: 831-848.
- HULME, A.C. 1971. *The biochemistry of fruits and their products*. V.2. 788p.
- INQUE y TATEISHI, 1995. III World avocado Congress. Tel-Aviv, Israel.
- JOSEPH, D. and NEEMAN, Y. 1982. Characterization of avocado oil by polyalcoholic compounds in the unsaponifiable fraction. Dept. of Food. Eng. BioTechnicon, Israel. *Ins of Tech. Hiata, Israel. Junta Italiana delle sostage grasse*. 59(6): 279-284.
- KAHN V. 1987. Characterization of starch isolated from avocado seeds. *J. Food Sci*. 52(6):1646.
- KAPLANER, HUGUET, GARRIDO CIFUENTES y DONDERO, 1986. Formulación de productos en base a paltas Fuertes y Hass. *Alimentos* 11 (3): 9-14.
- KIGER, M.G.; CEBALLOS, M.S.; BASAEZ, Y.G.; GALEB, S.P. 1983. Preservation of Fuerte avocado by means of chemical additives and low temperature. *Investigación Agrícola*. 6(1): 33-38.
- LATORRE, F. 1993. Estimación del porcentaje de aceiter mediante la determinación del porcentaje de humedad en fruta de palto (*Persea americana* MILL) cultivares Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.
- LEE, 1981. Methods for percent oil analysis of avocado fruit. *California Avocado Soc. Yearbook*. pp 133-141
- LENART, A., FLINK, J.M. 1984b. Osmotic concentration on potato. II. Spatial distribution of the osmotic effect. *Journal of Food Science and Technology*. 19: 65-89.
- LERICI, C.R., MASTROCOLA, D., SENSIDONI, A., DALLA ROSA, M. 1988. Osmotic concentration in food processing. En: *Preconcentration and drying of food materials*. Ed. Bruin, S. Elsevier Publishing Company, NY. 123-134.

- LERICI, C.R., PINNAVAIA, G., DALLA ROSA, M., BARTOLUCCI, L. 1985. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *Journal of Food Science*. 50: 1217-1219.
- LEWIS, C.E., MORRIS, R., O'BRIEN, K. 1978. The oil content of avocado mesocarp. *Journal of Science Food and Agriculture*. 29: 943-949.
- LIU, H. 1992. A kinetic study of salt diffusion in potato at high temperature. *Journal of Science and Technology*. 27: 443-445.
- LOZANO, Y. 1983. Analysis of triglycerides in avocado oils by reverse phase HPLC. *Revue Francaise des Corps Gras*. 30 (9): 333-346.
- LU, S.C.; WU, J.S.B. 1986. Studies on the major bitter compounds in canned avocado juice. *Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society*. 24(2): 130-136.
- MARTÍNEZ, N.; CAMACHO, F.; RODRIGUEZ, S.; MORENO, M.V. 1988. Extraction and characterization of avocado oil. *Grasas y Aceites*. 39 (4/5): 272-277.
- MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill). cvs.; Negra de la Cruz, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83p.
- MAZLIAK P. 1965. Les lipides de l'avocat (*persea americana*, var fuerte). *Fruits* 20(2):49-57
- MESSRS, McLACHLAN y LAZAR (Pty) Ltd. Consulting Chemist. Johannesburg (citado por Humann 1987).
- MGSSRS, Mc LACHLAN y LAZAR (Oty) LTD. Consulting Chemist. Johannesburg. HUMAN (1987)
- NEEMAN Y. 1970. New antibacterial agent isolated from the avocado pear. *Applied microbiology* 19(1):470-473
- NOLAN, A.L. 1983. Ideas for avocados. *Food Engineering*. 55 (1): 62.
- OHLROGGE, J. B.; STUMPF, P. K.; and SHINE, W. 1981. Fat metabolism in higher plants. Characterization of plant acyl ACP and acyl CoA hidrolases. ((Dep. Biochem. Biophys. Univ. California, Davis, California). *Arch. Biochem. Biophys.* 189(2): 382-391.
- OLAETA, J.; GARDIAZABAL, F.; y MARTINEZ, O. 1986. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (*Persea americana* Mill). *Agricultura Técnica* 46(3): 365-367.

OLAETA, J. A.; y UNDURRAGA, P. 1995. Estimación del índice de madurez en palto (*Persea americana* Mill). In: Procedimiento de la Conferencia Internacional Tecnología de Cosecha y Postcosecha de Frutas y Hortalizas. México, Guanajuato 20-24 de febrero 1995. pp. 421-426.

OLAETA, J. 1990. Industrialización de palta. In: Producción, Postcosecha y Comercialización de paltas. Red de Cooperación técnica en procesamiento de frutos tropicales. Viña del Mar 2-5 octubre 1995. pp. Q1-Q6.

OEA. 1978. Seminario sobre Procesamiento de Frutas Tropicales. pp 5-48

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

PITOTTI, M., NICOLI, C., SENSIDONI, A., LERICI, C.R. 1989. Control of enzymatic browning in food: effects of some substances and their mechanism of action. Engineering and Food. 1: 671-681.

POINTING, J.D., WATTERS, G.G., FORREY, R.R., JACKSON, R., STANLEY, W.L. 1966. Osmotic dehydration of fruits. Food Technology. 20: 125-128.

RAOULT-WACK, A.L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science & Technology.

RAOULT-WACK, A.L., LENART, A., GUILBERT, S. 1992. Recent advances in dewatering through immersion in concentrated solutions ("Osmotic dehydration"). En: Drying of solids. Ed. Mujumdar, A.S. 21-51.

REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS. 1993.

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

RAZETO B., T. FICHET. 1996. Cultivo del Palto y perspectivas de mercado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Dpto. producción Agrícola. Publicaciones Misceláneas agrícola n° 45.

RODRIGUEZ, H. 1988. Consideraciones generales sobre manejo, almacenamiento y alternativas de procesamiento del aguacate. In: III Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutos Tropicales. Producción, transformación y comercialización de frutos tropicales. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. pp. 107-126.

- SANTOS, S.C., CAL-VIDAL, J. 1985. Auto-aglomeração de abacate em pó obtido por atomização. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 20 (5): 615-620.
- SCHWARTZ, M. 1993. Conservación de frutas por métodos combinados: una alternativa de interés para los productores y la agroindustria. *Simiente*. 63 (4): 212-213.
- SCHWARTZ, M. 1994. La deshidratación osmótica como técnica de preconservación de frutas y hortalizas. *Aconex*. 44 (2): 10-13.
- SCHWARTZ, M.; SEPÚLVEDA, M.; VILANUEVA, L. 1994a. Deshidratación osmótica de manzana (cv Granny Smith) con jarabe de maíz. Libro resumen VIII Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Uruguay. p. 54.
- SCHWARTZ, M.; SILVA, C.; VERGARA, P. 1994b. Osmotic dehydration of Granny Smith apples using apple juice and hot air. *Proc. of International Symposium on the Properties of Water*. p. 84
- SCHWARTZ, M.; VILLANUEVA, L.; SEPÚLVEDA, M. 1994c. Calidad organoléptica de la banana osmodeshidratada (var Cavendish) durante el almacenamiento. X Congreso Latinoamericano de Nutrición. Venezuela. p. 41-42.
- SCUDAMORE-SMITH, P. 1984. The utilization of avocado as a frozen savoury spread. *Food technology in Australia*. 36 (8): 375-378.
- SCHMDIT HEBBEL H. 1986. *Tóxicos Químicos en Alimentos*. Edit. Universitaria, Stgo Chile.
- SEPÚLVEDA, M.H. 1995. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de manzana con jarabe de maíz. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 135 pp.
- SHAFIUR, M. 1990. Osmotic dehydration of pineapple. *Journal of Food Science and Technology*. 27 (3): 150-152.
- SLATER, E.G. et al. 1975. Variation in avocado composition. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 23(3):468-474.
- SILVA C. 1995. Composición y evolución de los componentes químicos de la palta (*Persea Americana* Mill) durante su maduración. *Alimentos* 19(5): 88-101
- SOUTHWELL, K.H. 1990. Extraction and refining of oil obtained from dried avocado fruit using a small expeller. *Tropical Science*. 30 (2): 121-131.

SWARTS, D. H. 1984. Postharvest problems of avocados, let's talk the same language. S. Afri. Avocado Growers Assoc. Yrb. 7: 36-37.

TORREGGIANI, D. 1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. Food Research International. 26: 59-68.

TURATTI, J.; SANTOS, L.; TANGO, J.; ARIMA, H. 1985. Caracterização do óleo de abacate obtido por diferentes processos de extração. Boletim do Instituto de Tecnologia de alimentos, Brazil. 22 (2): 267-284.

WELTI, J. (Coord). 1991. Desarrollo de alimentos de humedad intermedia importantes para Iberoamérica. Subproyecto frutas y hortalizas. Universidad de las Américas-Puebla y Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo V Centenario CYTED-D, México. 63p.

WERMAN, M., NEEMAN, I. 1986. Effectiveness of antioxidants in refined, bleached avocado oil. Journal of the American Oil Chemists Society. 63 (3): 352-355.

WEDIRE, P. J.; and KEKWICK, G.O. 1970. Site of fatty acid biosynthesis in avocado pear. (Dep. Biochem. Univ. Birmingham, En.). Biochem. Journal 119(5): 40-49.

ANEXOS

ANEXO I

Características técnicas de las bolsas SERIE B - CRYOVAC^{MR}

En el almacenamiento de la pulpa de palta se utilizó la bolsa BB540 con las siguientes propiedades:

	Unidades	Valor
Resistencia a la tensión	psi @ 73°F	6500-9000
Elongación	% @ ruptura @ 73°F	100-135
Resistencia al impacto (Emdeldorf pendulum)	kg/cm 40°F (lectura max.escala)	25-45
Iniciación del rasgado		Muy difícil
Propagación del rasgado	gms	20-30
Módulo de elasticidad (rigidez)	1000 psi @ 73°F	20-30
Técnicas de sellado		grapa, termosellado
Temperatura del agua para encogimiento		195°F para empaques al vacío por boquilla y 200°F para empaques en cámara al vacío
Encogimiento no restringido	% @ 195°F	40-55
Tensión de encogimiento	psi @ 195°F	250-450
Propiedades a bajas temperaturas		Excelentes
Transmisión de vapor de agua	gm @ 100°F 100% RH (100 sq.in. 24 h)	0.5-0.6
Transmisión de oxígeno	cc @ 40°F (m ² , 24 h, atm) @ 40°F, 0% RH)	3-6

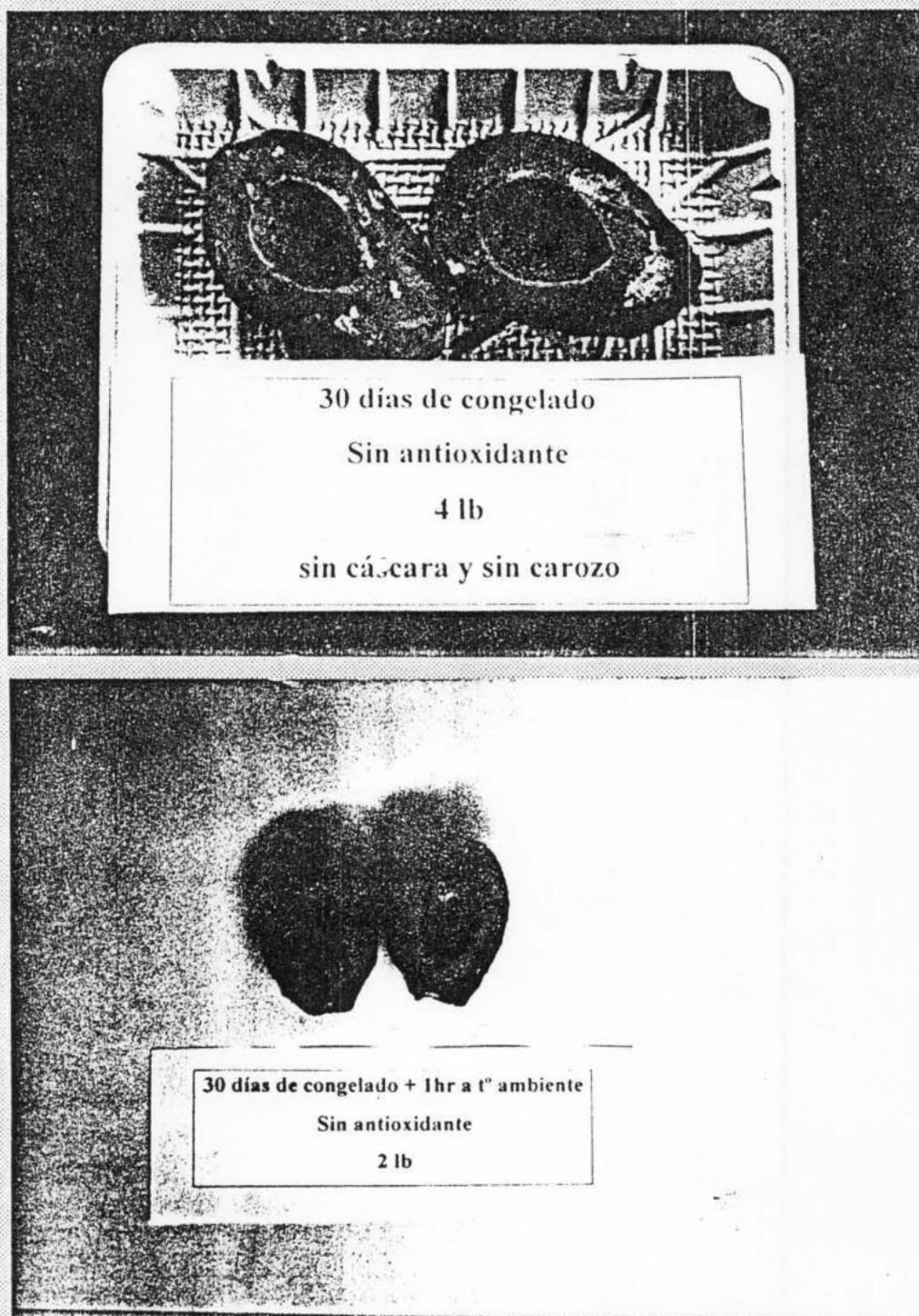
ANEXO II

Composición de la Maltodextrina MOR-REX^{MR}

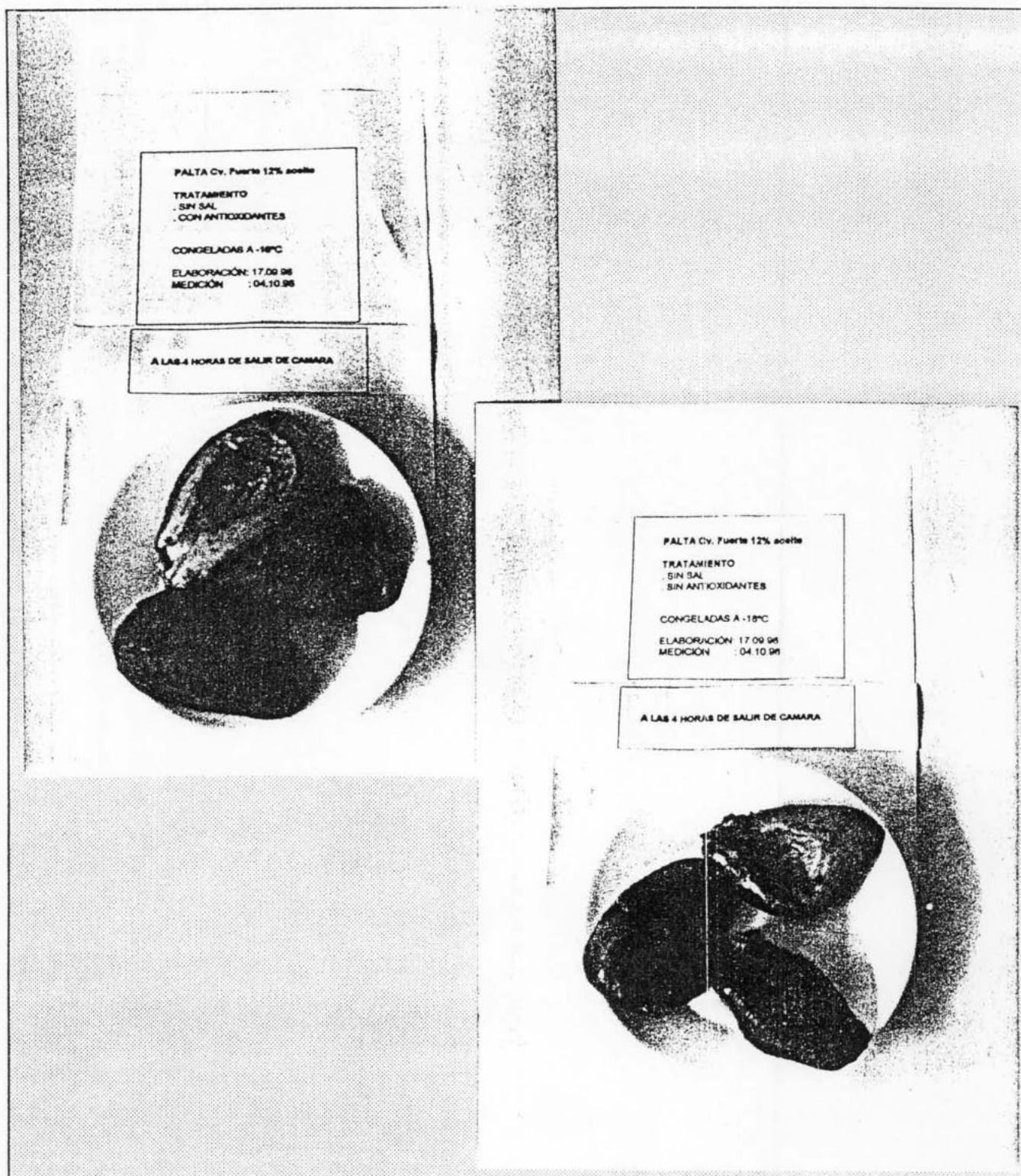
La maltodextrina Mor-Rex está disponible en dos tipos, 1910 y 1920, siendo su análisis básico el que se indica a continuación:

Componente	Unidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Humedad	%	---	5,0
Cenizas	%	---	0,4
Solubles	%	99,8	---
Fierro	ppm	---	10,0
Cobre	ppm	---	3,0
SO ₂	ppm	---	50,0
pH		4,8	5,2
D.E. 1910	%	9,0	12,0
D.E. 1920	%	19,0	22,0
Monosacáridos	%		1
Disacáridos	%		4
Trisacáridos	%		5
Tetrasacáridos	%		4
Pentasacáridos	%		4
Hexasacáridos y Azúc. Superiores	%		82

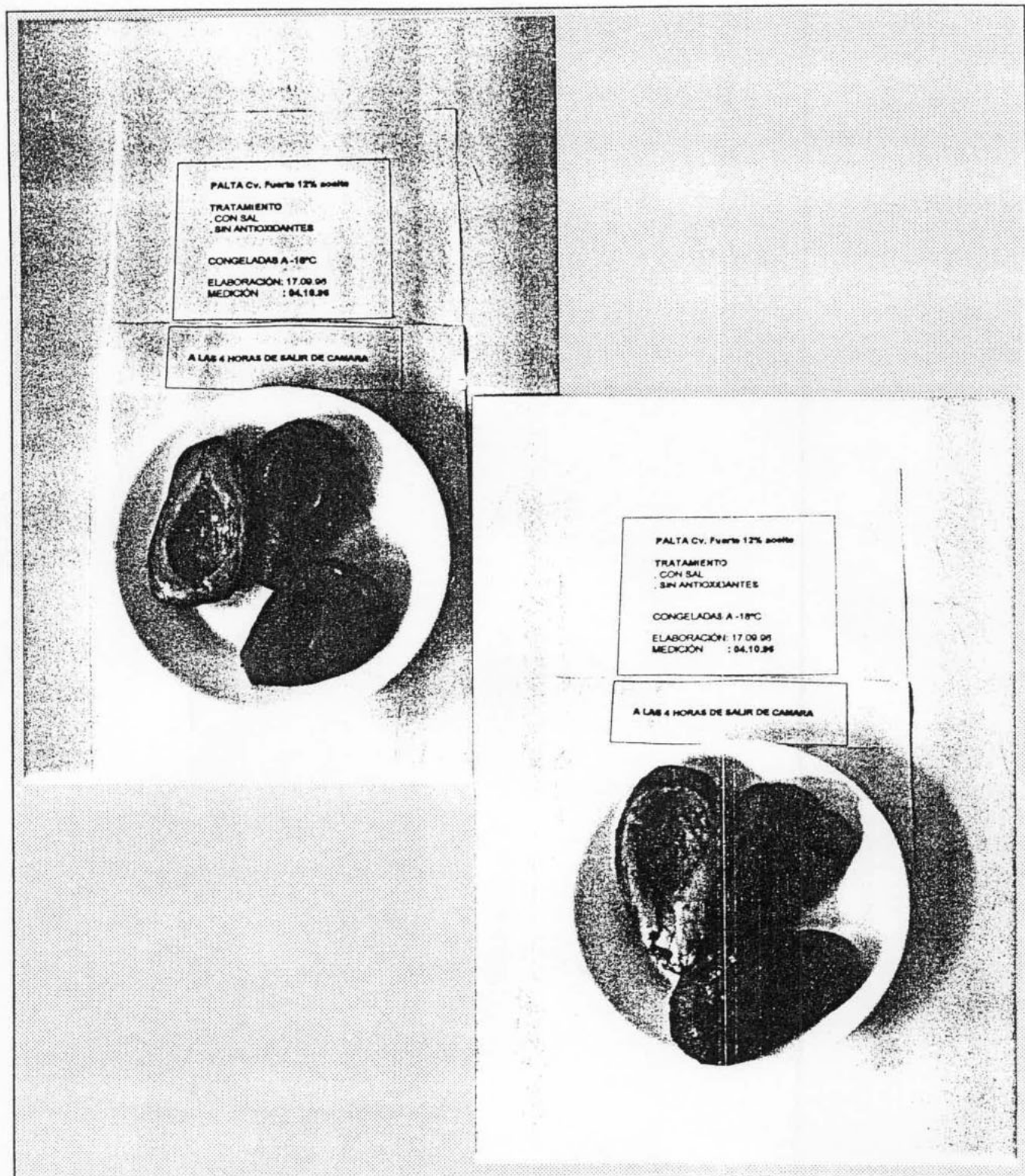
ANEXO III



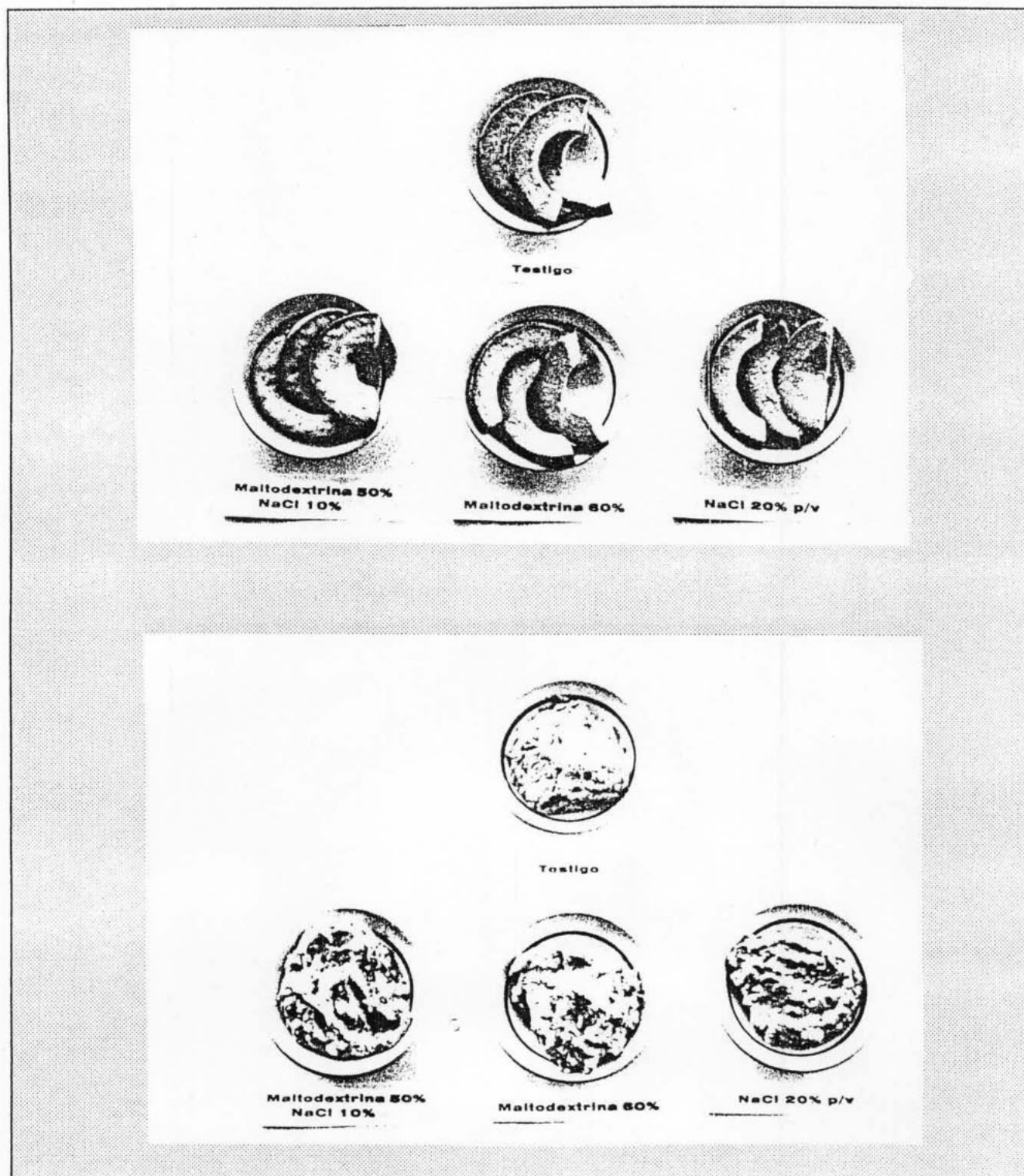
Palta Congelada : a) 30 días de congelado (4 lb) ; b) 30 días de congelado (2 lb)



Palta congelada : a) sin sal y con antioxidante; b) sin sal y sin antioxidante

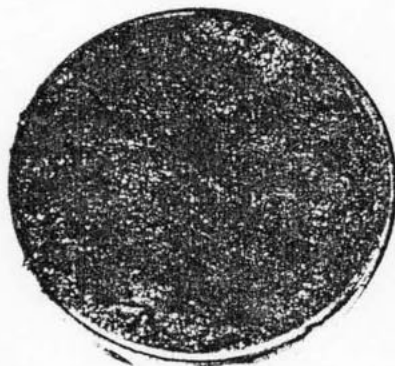


Palta congelada : a) con sal y sin antioxidante; b) con sal y con antioxidante.



Palta deshidratada osmóticamente y triturada : a) Inmediatamente después de osmosis; b) Después de 6 horas de exposición al aire.

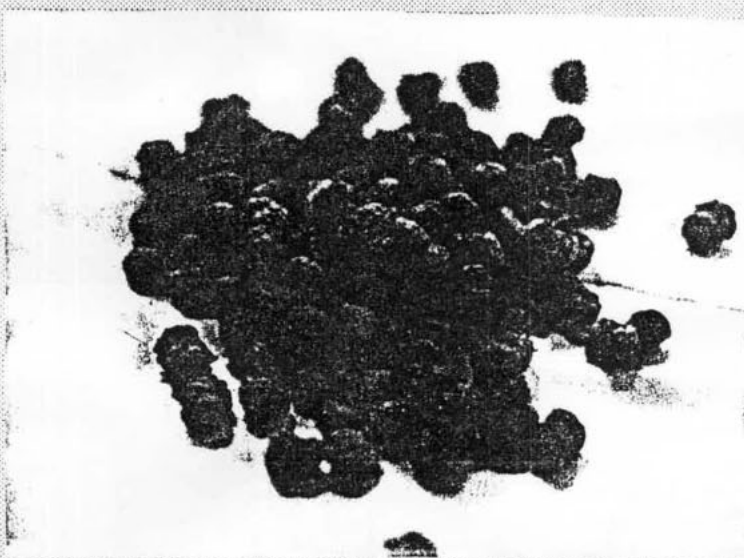
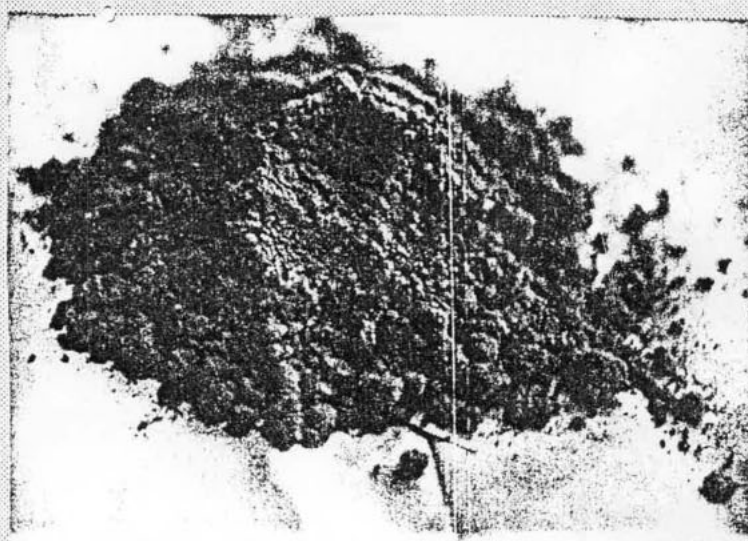
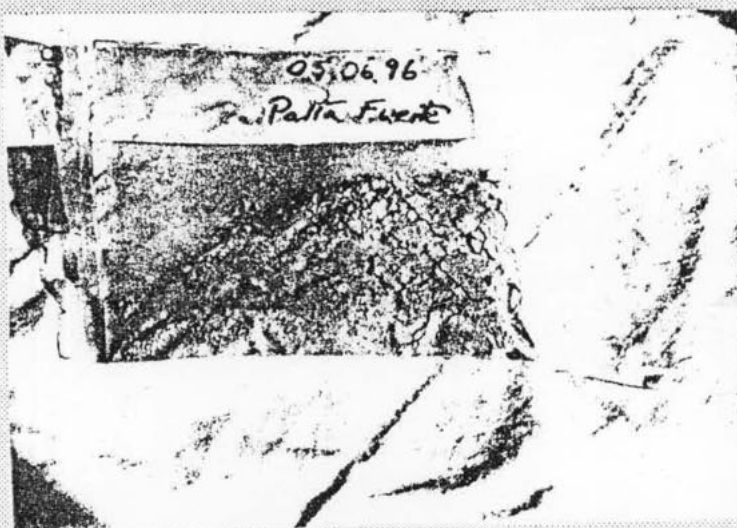
PULPA DE PALTA
ALMACENAMIENTO - 20 ° C



PULPA DE PALTA
ALMACENAMIENTO : - 20°C - 17 MESES
TIEMPO EXPOSICIÓN AIRE : 5 HORAS



Osmocongelación de palta: a) Después de 80 días de almacenamiento; b) Después de 17 meses de almacenamiento.



Palta en polvo a y b (secado por atomización); c, carozo extruido