

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**PRESERVACION DE PALTA (*Persea americana* Mill.)**  
**VARIEDAD FUERTE, MEDIANTE EL USO DE ADITIVOS**  
**QUIMICOS Y BAJAS TEMPERATURAS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE**  
**LICENCIADO EN AGRONOMIA**  
**DPTO. DE PRODUCCION AGRICOLA**

**PROFESORES GUIAS:**

**Ing. Agr. Sr. GERARDO BASAEZ YAU**

**Ing. Agr. Sr. PATRICIO GALEB SALOMON**

**SERGIO CEBALLOS MANZO**

**SANTIAGO, CHILE**

**1977**

## I N D I C E

	<u>Pág</u>
1. INTRODUCCION .....	1
1.1 Objetivos .....	2
2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	3
2.1 Generalidades de la especie .....	3
2.1.1 Descripción botánica y variedades .....	3
2.1.2 Variedad Fuerte .....	5
2.1.3 Cosecha .....	6
2.2 Composición y valor nutritivo de la palta .....	8
2.3 Pardeamiento enzimático .....	11
2.4 Rancidez lipolítica .....	12
2.5 Recuento de hongos en alimentos .....	13
2.6 Comportamiento y legislación de los aditivos .....	13
2.6.1 Antioxidantes .....	14
2.6.2 Conservativos .....	14
2.7 Uso del frío en la conservación de alimentos .....	15
2.7.1 Refrigeración .....	15
2.7.2 Congelación .....	16
2.7.2.1 Equipo y métodos de congelación .....	16
2.7.2.2 Envases para congelar alimentos .....	18
2.7.2.3 Cambios que ocurren en los alimentos congelados .....	18
2.8 Industrialización de la palta .....	20
2.8.1 La pasta de palta .....	21

	<u>Pág</u>
2.9 Evaluación sensorial .....	22
2.9.1 Evaluación de preferencia .....	22
3. MATERIALES Y METODOS .....	23
3.1 Lugar del ensayo .....	23
3.2 Materia prima .....	23
3.2.1 Origen y manejo de la materia prima .....	23
3.3 Características para la industrialización .....	24
3.4 Elaboración de la pasta y rodajas de palta .....	25
3.4.1 Selección y pesaje de la palta .....	25
3.4.2 Lavado y sanitización .....	26
3.4.3 Mondado trozado y eliminación de semilla .....	26
3.4.4 Pulpado .....	26
3.4.5 Pesaje de la pasta .....	26
3.4.6 Preparación de los distintos tratamientos .....	27
3.4.7 Envasado .....	27
3.4.8 Golpe de frío .....	28
3.4.9 Almacenaje .....	28
3.5 Análisis .....	28
3.5.1 Análisis físico-químico .....	29
3.5.2 Análisis sensorial .....	30
3.5.2.1 Evaluación de preferencia .....	30
3.6 Diseño estadístico .....	31

## 1. I N T R O D U C C I O N

En nuestro país el palto constituye un cultivo tradi  
cional y las zonas en que se ubican los huertos son: La Li  
gua, La Calera, La Cruz, Quillota, Mallarauco, El Monte y  
Peumo. La superficie total que ocupa esta especie es de a-  
proximadamente 4.500 ha y se ubica en el quinto lugar de im  
portancia en el país, con una producción de 15.000 ton anua  
les de frutos que es absorbida por el mercado interno, (16).

Entre las variedades importantes se puede citar a :  
Hass, Fuerte, Bacon, Edranol, Negra de La Cruz y Princesa  
Eugenia, las cuales presentan los mejores rendimientos y ca  
lidad de frutos, (12), (16), (57).

El incremento que ha experimentado la plantación de  
paltos es bastante elevado; en 1954 existían 2.000 ha plan  
tadas , las que aumentaron a 3.400 ha en el año 1965, lle  
gando en la actualidad a 4.500 ha, cifra que sigue en aumen  
to, lo que implica también un notable incremento en la pro  
ducción dentro de los próximos años, (14), (16).

Al tenor de estos antecedentes, cabe la incógnita si  
el mercado interno será capaz de absorber dicho exceso de  
producción; asiste la idea de abrirse paso en el mercado in  
ternacional, pero ello lleva tiempo y es de difícil acceso.  
Otra solución la constituiría la diversificación de la indus  
trialización de la fruta, que si bien no es tarea fácil, pue  
de presentar una nueva alternativa a los productores.

La variedad Fuerte, considerada en la presente inves-  
tigación, está catalogada como una de las más importantes  
en el país, además de presentar excelentes características  
para su industrialización, (56), (59)

### 1.1 Objetivos

Determinar la factibilidad de elaborar y preservar paltas utilizando bajas temperaturas y aditivos químicos a decuados.

Facilitar su empleo por el consumidor ofreciendo un nivel de calidad optimo y conservarla por un período mínimo de dos meses.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Generalidades de la especie

El palto es un frutal que fué introducido en Chile hace unos 300 años, por medio de semillas procedentes de Mexico. Encontró condiciones favorables y se aclimató con facilidad, especialmente en el valle del Aconcagua.

Los paltos son susceptibles a las temperaturas bajas por lo que requieren de climas calurosos, con temperaturas no inferiores a 0°C, sin peligro de heladas, suelos profundos bien drenados y abundante riego, (9), (45).

Suelos muy compactos, con poca materia orgánica, no favorecen el desarrollo de este frutal. Del mismo modo, la presencia de napas freáticas altas termina con las plantaciones en corto tiempo, o en otros casos son campo propicio para el contagio de enfermedades fungosas y virosas, (6).

En nuestro país el rendimiento promedio es de 4.000 k/ha, lo que implica un promedio nacional de producción de 40 k/árbol. Dicho promedio resulta bajo, dado que en este total se incluyen huertos que no tienen el manejo adecuado, con árboles sin injertación, variedades no seleccionadas, problemas de fertilización, riego, etc., (10), (12).

#### 2.1.1 Descripción botánica y variedades

El palto es originario de América tropical y Las Antillas, es un árbol de 5 a 12 m de altura, tronco derecho con corteza verde claro cuando joven y gris en la edad posterior. Ramas erguidas, con hojas persistentes de 10 a 20

cm de largo. Las flores están agrupadas en una inflorescencia o panoja terminal con pétalos de color amarillo, (6), (38).

Pertenece a la familia de las lauráceas, género Persea, especie americana, es un árbol frondoso y ornamental, distinguiéndose tres razas entre ellos: Guatemalteca, Antillana y Mexicana, además de numerosos híbridos entre ellos. En nuestro país se encuentran paltos Guatemaltecos, Mexicanos e híbridos, (38), (45).

La palta común llamada "chilena", es de raza Mexicana, comprende variedades regionales tales como las peuminas, recibiendo en la mayoría de los casos el nombre de sus propagadores ( Achurra, Ortega ). Entre las Quillotanas tenemos Fajardo blanca y negra, Cholula, Princesa Eugenia , Negra de La Cruz, (37).

Las variedades conocidas como "californianas" pertenecen a la raza Guatemalteca o híbridas de Mexicanas y Guatemaltecas, pudiendo mencionar variedades tales como Hass, Fuerte, Bacón, Edranol, Queen, Ryan, Nabal, etc., (6), (8), (9), (38).

La palta o aguacate, como es mencionada en algunos países de Centro América, es un fruto de forma oblonga a piriforme, según variedades, el cual posee una gran semilla central, cremosa pulpa y cáscara lisa, generalmente brillante, de colores verde a negro. Taxonómicamente puede ser considerado una baya o drupa indehisciente, (9), (38), (44).

Los árboles de la raza Mexicana, tienden a presentar olor a anís en las hojas, el fruto suele madurar 6 u 8 meses después de la floración, su piel es lisa y fina. La raza Guatemalteca tiende a producir árboles más grandes que otras dos razas, necesitan más tiempo para desarrollarse totalmente y no poseen olor a anís en las hojas. Los frutos

tienen la piel más gruesa y rugosa que los de la raza Mexicana y maduran en un lapso de 9 a 12 meses después de la floración, (9), (39), (45).

### 2.1.2 Variedad Fuerte

El origen de esta variedad se remonta al año 1911 cuando F.O. Peperoe de Altadura, envió a Carl Schmidt a Atlixco, México, a objeto de investigar una variedad de palto que se cultivaba en California; se produjeron varios plantones, de ellos el N° 15 obtuvo un gran vigor en su crecimiento. Durante 1913 tuvo lugar una gran helada y estos patrones la resistieron perfectamente, de allí proviene su nombre de Fuerte, (45).

El árbol de ésta variedad, alcanza una altura de 4,5 a 6 m, tronco liso muy ramificado, el follaje llega casi hasta el suelo. El fruto es piriforme, pesa aproximadamente 150 a 240 g la unidad, su piel es lisa y delgada, de color verde con puntos grises o blanco amarillentos. La pulpa es mantecosa, de sabor delicado y con un 17 a 20 % de aceite, se cosecha desde Mayo a Octubre, correspondiendo estos frutos en flores formadas de Junio a Octubre, generalmente la fruta permanece en el árbol entre 9 y 12 meses. El árbol es vigoroso y tiende a producir cosechas irregulares donde la primavera es fría, (6), (38).

La variedad Fuerte taxonómicamente corresponde a un híbrido entre las razas Guatemalteca y Mexicana. En cuanto a rendimiento se refiere, el árbol puede alcanzar a producir entre 80 y 100 k/árbol/año, siempre que éstos sean injertados y tengan buen manejo, (8), (21), (45).

### 2.1.3 Cosecha

Varios son los factores que hay que tomar en consideración al realizar una cosecha de paltas. Como antece-dente se puede decir que no existe un índice de cosecha que sea lo suficientemente efectivo y generalizado en su apli-cación; los agricultores ordinariamente se guían por la fecha y el tamaño del fruto para efectuar la cosecha. En los factores a considerar tenemos:

- antecedentes de los años anteriores
- variedad
- diferencias características de las frutas
- facilidad de desprendimiento del centro frutal
- facilidad de desprendimiento de la semilla y pulpa
- contenido de aceite.

La época de cosecha para cada una de las variedades es más o menos regular de un año en otro, pero se pueden producir ciertos fenómenos internos o externos que inciden en la iniciación de dicha época.

Dentro de estos fenómenos se pueden mencionar los accidentes climáticos, riego, abonos, plagas, comercialización etc. Desde este punto de vista, la cosecha de paltas está referida a factores que pueden adelantarla o atrasarla de acuerdo a las características propias de cada variedad, (6),(45).

Las paltas se producen todo el año, sucediéndose las diferentes variedades. Se cosechan en primer término las Mexicanas, con un período que va de Marzo a Junio, a continuación las variedades híbridas Guatemaltecas, repre-sentadas por la variedad Fuerte, que comprende el período entre Junio y Octubre. La variedad Hass se puede cosechar en el lapso comprendido entre Noviembre y Febrero. De este modo, en cualquier época del año el mercado interno dis-pone de paltas, (10), (37).

GRAFICO 1Períodos de cosecha de paltas

Variedades	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Hass												
Fuerte												
Princesa Eugenia												

- (37), (39).

En el aspecto fisiológico de la cosecha de paltas, cabe mencionar que las frutas pedunculadas se caracterizan por ofrecer resistencia al tomarlas, ésta puede ser una forma de verificar el estado de madurez, ya que cuando no se encuentran maduras, la resistencia al desprendimiento del centro frutal es bastante marcada. Las paltas de la variedad Fuerte son más resistentes al desprendimiento que las variedades Mexicanas, (6).

Se ha demostrado que la cosecha de fruta despedunculada es negativa para el manejo de post-cosecha, ya que la incisión posibilita el ataque de hongos que provocan pudrición, (6), (8).

Dentro de las características usadas como índices prácticos de madurez de cosecha, se puede mencionar, la facilidad con que el carozo se desprende de la pulpa. Otro índice de madurez es el contenido de aceite de la fruta. La relación entre este índice y la época de cosecha en las diferentes variedades se ilustra en el CUADRO 1.

CUADRO 1

Contenido de aceite y período de madurez de cosecha en algunas variedades de paltos

Variedad	Aceite (%)	Temporada
Hass	17,65 --- 21,80	Enero --- Febrero
Fuerte	17,50 --- 22,80	Sept. --- Octubre
Princesa Eugenia	17,24 --- 19,27	Abril --- Mayo

- (28), (37), (42).

2.2 Composición y valor nutritivo de la palta

La composición química de este fruto corresponde básicamente a materia grasa, proteínas, azúcares y agua. La capacidad calórica varía entre 163 Cal y 233 Cal por 100 g, según la Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos, (34), debido a las diferentes variedades y estados de madurez. El contenido graso es elevado y presenta una variación entre 8,3 % y 24,5 %, dependiendo del estado de madurez de la fruta, (42).

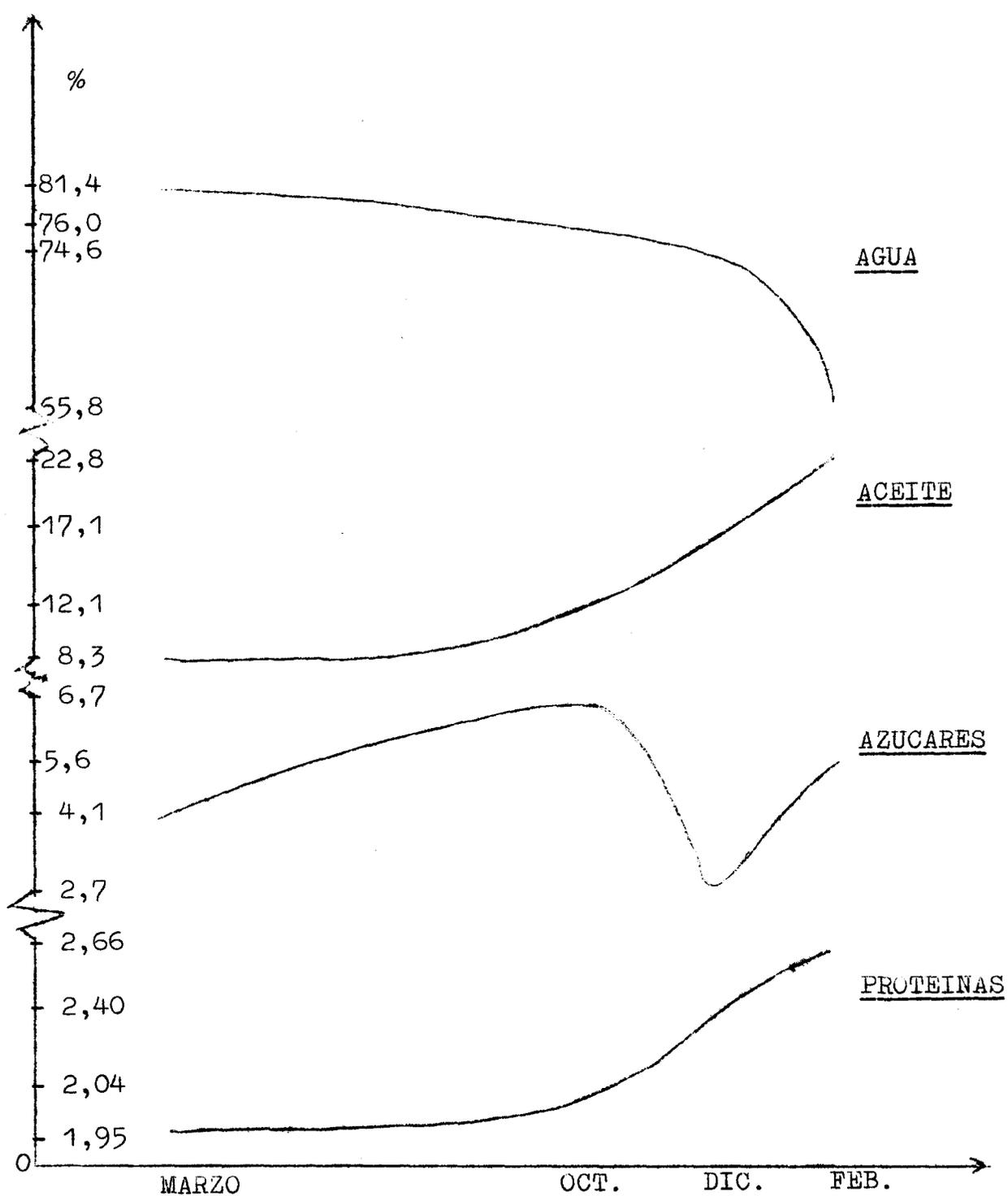
Experiencias realizadas en E.E.U.U. en 1975 en paltas californianas y en Chile en 1964 señalan la composición de la fruta en el CUADRO 2. En el GRAFICO 2 situado a continuación del anterior, se muestra la variación estacional en la composición de la palta.

CUADRO 2

Composición química

Componentes	California 1975	Santiago 1966
Agua; %	74,40	71,60
Fibra; %	2,34	1,40
Cenizas; %	1,22	1,60
Carbohidratos; %	4,80	5,50
Proteínas; %	2,26	1,30
Ac. grasos sat; %	1,71	--
Ac. grasos insat; %	11,39	--
Ac. ascórbico; mg/100 g	5,80	10,70
Tiamina; $\mu$ g/100 g	103,00	70,00
Riboflavina; $\mu$ g/100 g	95,00	15,00
Niacina; mg/100 g	1,48	0,15
Potasio; mg/100 g	555,00	513,00
Calcio; mg/100 g	9,50	47,00
Fósforo; mg/100 g	30,00	34,00
Sodio; mg/100 g	9,00	3,90
Hierro; mg/100 g	1,40	2,20

- SLATER et al (42).

GRAFICO 2Variación estacional en la composición de la palta

- SLATER et al (42).

### 2.3 Pardeamiento enzimático

Al producirse una herida en la fruta fresca o en el procesamiento (mondado, trozado o macerado), los tejidos de la fruta se tornan de color café. Esto se debe a una reacción enzimática que se produce en tejidos vivos o en aquellos que poseen enzima activa y aparece una vez que el ácido ascórbico natural de la fruta se ha agotado, (12), (14), (15).

El cambio de color es causado por la acción de enzimas del tipo polifenoloxidasas, las cuales en ausencia del ácido ascórbico, cambian el estado de los compuestos fenólicos presentes en las células (ác. clorogénico, leucoantocianinas, catecol, etc.). El rompimiento de las paredes celulares pone en contacto las enzimas con los compuestos fenólicos, catalizando la oxidación de éstos a compuestos tipo quinonas, las cuales llegan a transformarse en melaninas, las que presentan una marcada coloración café. Los productos formados no son tóxicos, pero alteran la apariencia, además de inducir cambios en el aroma y sabor de la fruta, (1), (5), (22).

En paltas, la enzima más importante en las reacciones de pardeamiento es la polifenoloxidasa y dentro de los sustratos sobre los cuales actúa se distingue el catecol, el cual al oxidarse se transforma en benzoquinona, la que origina posteriormente melanina, (22), (42).

Existen varias formas de evitar este tipo de reacciones, algunas de ellas pueden ser: inactivación de enzimas mediante un tratamiento térmico denominado "escaldado" y por medio de la acción de agentes antioxidantes, como el ácido ascórbico y el ácido cítrico, (14), (31).

## 2.4 Rancidez lipolítica

El fenómeno denominado enranciamiento de las grasas tiene su origen en un variado y complejo sistema de reacciones químicas, de las que se puede citar: oxidaciones e hidrólisis espontáneas, activaciones producidas por efecto de la luz, trazas de metales y otras debidas a la acción de microorganismos, (4).

De los tipos de rancidez que existen, interesa mencionar la oxidativa y la hidrolítica.

La rancidez oxidativa se produce fundamentalmente en aquellos ácidos grasos <sup>insaturados</sup> ~~saturados~~ que presentan cierto grado de hidrogenación, tales como el oleico, linoleico y linolénico, (4), (40).

Se cree que la oxidación se produce en dos formas, la primera de ellas corresponde al mecanismo de los dobles enlaces, en el cual se produce el rompimiento del doble enlace y se adiciona oxígeno, dando origen a la formación de peróxidos. El otro mecanismo es conocido como el de los radicales libres, en el cual el oxígeno induce la salida de un protón del radical ubicándose en su lugar, dando formación a un compuesto denominado hidroxiperóxido. Los productos formados por ambos mecanismos son inestables e inducen la formación de aromas y sabores extraños que alteran definitivamente los caracteres organolépticos del alimento, (4), (18), (28), (40), (41).

La rancidez hidrolítica, corresponde a una hidrólisis de los glicéridos de las grasas altamente hidrogenadas por acción directa de algunos microorganismos, fundamentalmente hongos hidrolíticos, (4), (18), (41).

En cuanto a la acción de los hongos se refiere, ésta se realiza por intermedio de las lipasas, las que desdo

blan los glicéridos precedida de una reacción de oxidación causada por las lipoxidasas, llegándose a la formación de aldehídos y cetonas. Dichos compuestos inducen olores y sabores extraños los que son fácilmente detectados en los productos, (4), (40), (41).

## 2.5 Recuento de hongos en alimentos

En los alimentos finamente molidos es posible observar la contaminación por hongos, pero es bastante difícil determinar con exactitud su identidad, ya que al realizar el examen mediante la observación microscópica, sólo se aprecian restos de micelios, (17).

Según KRAMER y TWIGG, (26), la descomposición por hongos no siempre proviene del producto fresco, de modo que la limpieza inadecuada del equipo y maquinaria pueden facilitar el desarrollo de éstos, pudiendo causar la contaminación del producto.

Los géneros que pueden ser encontrados en la pasta de palta son *Mucor* y *Penicillium*, los que no son nocivos para la salud humana. La acción del género *Mucor* puede ser detectada por su acción hidrolítica que provoca aromas extraños en el producto y corresponde al típico olor a rancio que es posible percibir en las sustancias con alto contenido en lípidos, (4), (26).

## 2.6 Comportamiento y legislación de los aditivos

Corresponden a sustancias químicas no nutritivas las que adicionadas a los alimentos en pequeñas cantidades permiten conservar la calidad de ellos, (31), (40).

Su uso está reglamentado rigurosamente por la legislación en la mayor parte de los países del mundo a raíz de los posibles riesgos que suponen para la salud humana, (11).

#### 2.6.1 Antioxidantes

Responden a ésta denominación aquellos compuestos químicos que evitan posibles oxidaciones de los productos alimentarios y permiten la conservación de sus nutrimentos, sabor, color y la estabilidad durante el almacenaje. Algunos de ellos son: ácido ascórbico, ácido cítrico, soluciones de NaCl y ácido fosfórico, (26), (31).

El ácido ascórbico usado como antioxidante en frutas tiene la ventaja de ser un constituyente natural en ellas, del mismo modo que el ácido cítrico, (26).

Estos productos son fuertes agentes reductores, actuando como aceptores de oxígeno, lo que implica que reducen la oxidación primaria del producto e inhiben la enzima polifenoloxidasas compitiendo por el sustrato, (26), (31), (40).

Una característica del ácido cítrico y el ácido ascórbico es su efecto sinérgico<sup>(3, 4, 5)</sup>, lo que permite usarlos eficazmente, para evitar el pardeamiento enzimático, (26).

#### 2.6.2 Preservativos

Estos aditivos son sustancias químicas que previenen o retardan el deterioro de un alimento, algunos de ellos son: ácido benzoico y sus sales, ácido sórbico, ácido dehidroacético, ácido peracético y bromuro de metilo, (14), (15).

Para la preservación de jugos y pulpas de frutas,

se utiliza ampliamente el ácido benzoico y sus sales. Su acción antimicrobiana se debe al ácido no disociado y por consiguiente, el efecto conservador es mayor cuando el pH es más bajo, (13).

Los benzoatos generalmente son de acción más efectiva contra el ataque de hongos y levaduras, que contra el ataque de bacterias en concentraciones de 0,1 %, (13), (14).

El ácido sórbico actúa por inhibición de los sistemas enzimáticos de los hongos, como las deshidrogenasas y las fumarico oxidasas. Es más efectivo contra hongos y levaduras que contra bacterias. Su adición en los alimentos está permitida hasta 0,5 %, (11), (13), (31), (40).

## 2.7 Uso del frío en la conservación de alimentos

El frío es un magnífico procedimiento de conservación de productos alimenticios perecederos y de aplicación bastante general. Los resultados obtenidos en su utilización desde hace ya muchos años abogan en favor de tal aplicación. Es sin embargo, de todos conocido que el tiempo de conservación es limitado, tanto en régimen de refrigeración o de congelación, (14), (16), (29), (36).

### 2.7.1 Refrigeración

Este es un proceso mediante el cual se proporciona a los productos sometidos a él, temperaturas que oscilan entre 15°C y el punto de congelación del agua. Dicha aplicación de frío se realiza en recintos especialmente adaptados para ello, llamados cámaras de refrigeración, (7), (14), (16), (29), (35).

Las bajas temperaturas disminuyen la actividad enzimática, respiratoria, transformación de almidones en azúcares y evolución de los compuestos pécticos, (32), (47).

El frío atrasa el desarrollo y multiplicación de los agentes contaminantes como son los microorganismos, retardando fermentaciones y pudriciones producidas por ellos en los productos almacenados, (47).

## 2.7.2 Congelación

La congelación es un proceso que ha sido utilizado durante muchos años para la preservación de alimentos y otro tipo de productos. El procedimiento consiste en hacer bajar la temperatura de un tejido hasta el momento en que los cristales de hielo formados se mantengan estables, (7), (35), (36).

2.7.2.1 Equipo y métodos de congelación Se considera generalmente que las condiciones de los alimentos congelados mejoran con el incremento de la razón de enfriamiento. Las razones que comúnmente se citan son:

- Un congelamiento rápido permite la formación de un gran número de pequeños y uniformes cristales de hielo, que ocasionan el mínimo daño al tejido.
- La difusión de los componentes solubles se minimiza.
- Las reacciones químicas y biológicas son retardadas por el descenso de la temperatura a niveles que llegan a ser insignificantes, (16), (23), (35), (48).

La razón de enfriamiento puede expresarse como una función de dos variables, denominadas impulso de la fuerza y suma de las resistencias a la transferencia de calor.

$$\text{Razón de enfriamiento} = \frac{\text{Impulso de la fuerza}}{\text{Suma de las resistencias a la transferencia de calor}}$$

El impulso de la fuerza es la diferencia de temperatura entre el producto y el medio. Las resistencias al calor de transferencia son factores específicos como velocidad del aire, espesor del producto, geometría del sistema y composición del producto, (7), (23), (24), (32), (35).

Se conocen diversos métodos para congelar, de ellos es de interés en este estudio la congelación por contacto con un líquido refrigerante. Este sistema tiene la ventaja de permitir el desarrollo de grandes coeficientes de transmisión de calor entre el sólido y el líquido. Junto a ello es factible congelar sólidos de forma irregular con la misma eficiencia que bloques rectangulares, (7), (16), (20), (35), (36).

Es necesario en este tipo de congelación, que el fluido refrigerante no induzca ningún tipo de alteración al producto; cuando se procede a congelar sin envases se requiere de fluidos volátiles, ej., nitrógeno, propano y algunos hidrocarburos fluorados. De ellos el nitrógeno líquido ha alcanzado mayor aplicación en E.E.U.U. El punto de ebullición de esta substancia es de  $-196^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica, esto permite que el producto se congele en forma casi instantánea, después de una breve inmersión en él, (7), (35), (36).

El uso de este gas se ha expandido debido a sus características de total atoxicidad en los alimentos y su capacidad de desplazar totalmente el aire del producto envasado, lo que permite minimizar los cambios oxidativos durante el almacenaje. Además no requiere de un preenfriado del producto antes de proceder a la congelación, lo que se traduce en una disminución de los costos de operación, (160, (48).

Este sistema de congelación se emplea solamente como golpe de frío, para posteriormente colocar el producto en una cámara convencional a una temperatura no superior a  $-20^{\circ}\text{C}$ , a dicha temperatura se impide el desarrollo de las esporas de los microorganismos que pudieran estar presentes en el producto. Además se detienen los fenómenos oxidativos y las reacciones enzimáticas, (7), (17), (32), (36).

2.7.2.2 Envases para congelar alimentos Entre los factores importantes que controlan la calidad de los productos durante su almacenaje y distribución, los más importantes son la temperatura y el método de envasado. Las propiedades funcionales del envase deben recibir el mismo grado de atención que las de preparación y congelado. De las características que debe tener un envase se pueden mencionar la resistencia mecánica, flexibilidad y baja permeabilidad al vapor de agua y otros gases, opacidad para evitar descoloración de pigmentos y no debe inducir aromas ni sabores extraños al producto, (32).

El tipo de envase a usar es muy variable. Se encuentran desde cajas de cartón encerado, bolsas de polietileno, lámina de aluminio y envases semi rígidos como el cloruro de polivinilo (PVC) y el aluminio. Es común el uso de envases acoplados que corresponden a láminas de distintos materiales con propiedades específicas en lo que se refiere a impermeabilidad, flexibilidad, opacidad, etc., las cuales se conjugan a objeto de obtener un envase que presente una gama más amplia de cualidades para proteger al alimento contra las más variadas condiciones a que se le someta, tanto en el almacenaje como su distribución, (25).

2.7.2.3 Cambios que ocurren en los alimentos congelados Dentro de los cambios que ocurren en los alimentos sometidos a congelación, destacan los físicos, físico-químicos

y enzimáticos.

La cristalización es un cambio físico que provoca variaciones en la textura de los productos. Junto a este fenómeno cabe señalar la pérdida de aromas por evaporación los que debido a las bajas temperaturas salen del producto, como por ej., los ésteres, (25).

Existe un fenómeno que es bastante interesante y ocurre en emulsiones o pastas. Esta es la separación de fases o sinéresis. Ello se produce al congelar productos con alta humedad que además contengan pectina; las estructuras celulares se colapsan y los fluidos se separan como gotas al descongelar. Este proceso también puede manifestarse en aquellos productos que sin contener un porcentaje alto en pectinas, presentan a cambio, contenidos grasos importantes, como es el caso de las patatas. Aquí los aceites, por poseer un punto de congelación más bajo, inducen al efecto mencionado anteriormente. El colapso de las estructuras celulares y el consiguiente goteo de los fluidos tienen su origen en el efecto provocado por las fluctuaciones de temperatura a que se someten los productos, manifestándose cristalización fraccional, deshidratación irreversible e insolubilidad de los compuestos coloidales, (43).

Otro cambio interesante consiste en la desnaturalización de las proteínas, la que se manifiesta como pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua e impedimento a la agregación molecular. Todo esto induce una separación de los fluidos celulares, goteo durante el descongelamiento, endurecimiento y disminución de la succulencia de los tejidos, (25), (32), (46).

Es conocido que la autooxidación de las grasas en los productos congelados, se caracteriza por la aparición de varios aromas y sabores extraños. Esto es la rancidez y corresponde al desprendimiento de una mezcla de compues-

como aldehídos y cetonas. Dicha oxidación induce cambios de color en alimentos que contengan pigmentos carotenoides, (4), (32), (46).

El crecimiento de microorganismos a temperaturas inferiores al punto de congelación del agua, depende de la actividad de ésta sobre el producto y particularmente la temperatura involucrada. Es así como se han desarrollado hongos hasta  $-6,5^{\circ}\text{C}$  durante 6 meses y han sobrevivido bacterias a  $-5^{\circ}\text{C}$  durante 50 semanas. La destrucción de microorganismos por efecto del congelamiento, depende del tipo de que se trate, pH del producto y temperatura a la cual se trabaja, (33). Es así como estafilococos enterotóxicos no se desarrollan a  $10^{\circ}\text{C}$ , en cambio el cl. botulinum tipo E se mantiene bien hasta  $2,2^{\circ}\text{C}$ , (17), (33).

## 2.8 Industrialización de la palta

Dentro de los usos que tiene la palta, el más importante en el aspecto industrial es la extracción de aceite de muy buena calidad, obtenido al exprimir la pulpa. Su composición química es bastante similar al aceite de oliva, pero tiene un costo más elevado. Debido a esto, ha sido empleado en la elaboración de cosméticos, (8), (39).

GOMEZ y BATES (20), afirman que la pasta de palta ha sido sometida a liofilización, ello ha rendido buenos resultados pero el alto costo del proceso ha impedido su expansión.

Otro tipo de industrialización la constituye su utilización en la fabricación de helados, debido a su sabor delicado y la suave consistencia de su cremosa pulpa. Esta es una alternativa bastante prometedora en la industrialización de éste fruto, (8), (39).

### 2.8.1 La pasta de palta

Las pastas o pulpas de frutas pueden ser adquiridas en forma directa por los consumidores, sin embargo la pasta de palta es susceptible de ser usada como tal por los restaurantes y fuentes de soda.

La línea de elaboración para la pasta de palta según diversos autores, se resume en el siguiente esquema, (8), (13), (14), (18), (19), (20), (22), (44).

#### Línea de elaboración

- Recepción y selección de la materia prima
- Lavado y sanitización
- Pesaje de la fruta
- Mondado y trozado
- Pulpado
- Pesaje de la fruta
- Agregación de los aditivos
- Envasado al vacío
- Congelación por golpe de frío
- Conservación del producto refrigerado o congelado

En la obtención de las rodajas de palta, se opera del mismo modo hasta el mondado y trozado de la fruta. Posterior a ello se realiza el rodajado propiamente tal. Seguido a ésto las rodajas se colocan en una solución con los aditivos, después de la cual se continúa en la misma forma que la línea de elaboración de la pasta, la que se encuentra mencionada anteriormente, (8), (13), (19).

## 2.9 Evaluación sensorial

El objeto de someter un alimento a un exámen sensorial, es obtener información que pueda conducir al mejoramiento del producto, mantención de su calidad, aceptabilidad, o bién el desarrollo de nuevos productos, (2).

La realización de este tipo de exámenes puede utilizarse para determinar varios aspectos: preferencia a nivel de consumidor, detección de diferencias, preferencia-diferencia a nivel de investigación, selección de una mejor muestra o proceso y determinación del grado o nivel de calidad, (26).

### 2.9.1 Evaluación de dieferencia

Este tipo de evaluación sirve particularmente a propósitos de investigación y desarrollo, donde es posible comparar varias muestras. Se requiere de un panel de 8 a 20 personas semi-entrenadas, el cual puede proveer una estimación preliminar de la respuesta del consumidor y al mismo tiempo obtener un buen índice de referencias significativas entre las muestras, AMERINE et al (2) y KRAMER y TWIGG (26), definen la preferencia como el mayor grado de aceptabilidad de un producto sobre otro cuando se presenta una elección.

Los métodos de preferencia se usan para determinar diferencias en preferencias, pero no diferencias entre si, debido que para ello existe otro tipo de pruebas discriminativas.

Entre las escalas de apreciación la más conocida es la Escala Hedónica de 9 puntos y para su desarrollo estadístico se recurre al análisis de varianza, (2), (26).

### 3. M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

#### 3.1 Lugar del ensayo

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios y planta piloto del Area de Ciencias de Alimentos y Agroindustrias del Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, ubicados en el fundo Antumapu, comuna de la Granja, Santiago.

#### 3.2 Materia prima

Se procesaron paltas de la variedad Fuerte, obtenidas del huerto denominado "parcelas Pochay", comuna de La Cruz, provincia de Quillota, 5a. Región.

La cosecha se realizó el día 22 de Noviembre de 1976, contemplando las características del fruto, tamaño y color, dado que no existen índices específicos para determinar la madurez de cosecha de paltas en nuestro país.

##### 3.2.1 Origen y manejo de la materia prima

Las características del huerto de donde proviene la materia prima son las siguientes: tiene una extensión de 40 ha, de las cuales 36,5 se encuentran plantadas con paltos, distribuidas en 20 ha variedad Fuerte, 15 ha variedad Hass y 1,5 ha de la variedad Edranol. Todos los árboles tienen una edad de 12 años a la fecha.

El manejo de este huerto está a cargo de 6 obreros los cuales abonan con 1,5 k/árbol de urea al año, colocando 1 k en Agosto y 0,5 k en Diciembre. No realizan poda y los riegos se suceden en uno cada 30 días a partir de Octubre. La producción promedio es de 100 k/árbol/año. Se realizan desinfecciones periódicas a fin de evitar posibles ataques de insectos u otros or

ganismos.

Durante el año 1976 no se produjeron heladas importantes en la zona y el agua de riego fue suficiente, por lo que no existe antecedente para determinar posibles daños en la fruta.

Al realizar la cosecha, que constó de 80 k de fruta sana y pedunculada y luego colocada en envases apropiados, fue posteriormente trasladada al lugar del ensayo y colocadas en cámaras refrigeradas, primeramente a 12°C, a objeto de uniformar características, para ponerlas después a 4°C, donde se mantuvieron hasta el inicio de la experimentación.

### 3.3 Características para la industrialización

Se determinaron las características físicas que poseen aquellas frutas que son consideradas como maduras por los consumidores, dado que no existen índices de madurez de industrialización en esta fruta.

Las características consideradas fueron la textura que se determinó como referencia a la facilidad de elaborar pasta con la fruta en cuestión y el color de fondo, el cual fue determinado al iniciar el ensayo y responde a la clave 1H p 18.

En la figura siguiente se pueden apreciar frutos de la variedad Fuerte en el estado de madurez de cosecha, además el fruto se presenta pedunculado, lo que permite un mejor manejo, ya que se evita el ataque de hongos que puedan provocar pudrición a través de la incisión.

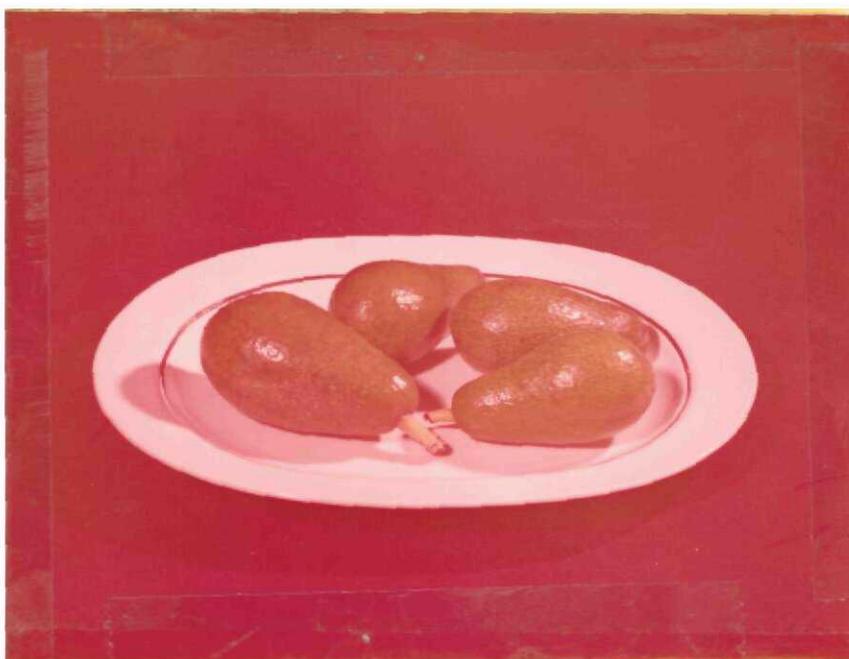


FIGURA 1 .- Frutos de la variedad Fuerte en madurez de cosecha.

### 3.4 Elaboración de la pasta y rodajas de palta

La elaboración fue realizada de acuerdo a las operaciones unitarias generales que rigen la fabricación de pulpas de frutas, salvo pequeñas variantes que corresponde hacer por las diferencias que presentan las distintas especies frutales.

#### 3.4.1 Selección y pesaje de la fruta

Se seleccionó 60 k de fruta, la cual presentaba condiciones optimas para industrializar. No se apreció desecho en la selección.

#### 3.4.2 Lavado y sanitización

El lavado fue exhaustivo, aplicando detergente, a objeto de disminuir la contaminación por polvo y partículas extrañas que contuviere el fruto. Se procedió, además a efectuar una desinfección consistente en una inmersión en solución de hipoclorito de sodio, a una concentración de 10 ppm, luego de la cual se realizó un enjuague con agua corriente.

#### 3.4.3 Mondado, trozado y eliminación de semilla

A la fruta se le eliminó manualmente la cáscara, luego se procedió a trozarla a fin de extraer la semilla; esto fue realizado en el tiempo más breve, con el objeto de evitar oxidaciones que pudieran provocar pardeamiento superficial.

Además se realizó el rodajado de la palta, para usarlos en los tratamientos planteados en esta forma.

#### 3.4.4. Pulpado

Este proceso se realizó en una pulpadora marca NIETO HNOS., con un tamiz de 1,0 mm de diámetro.

#### 3.4.5 Pesaje de la pasta

Se procedió a pesar la pasta y las rodajas, para poder determinar exactamente su rendimiento.

### 3.4.6 Preparación de los distintos tratamientos

Una vez obtenida la pasta, se adicionó como preservativo el ácido sórbico, en una sola concentración. Como antioxidantes fueron empleados el ácido ascórbico y el ácido cítrico juntos, a fin de aprovechar su efecto sinérgico.

CUADRO 3

Esquema de tratamientos

Trat.	Acido sórbico	Acido ascórb	Acido cítrico	Mantenc.	Present.
1	0,15%	0,2% <sup>max 100 mg</sup>	0,4%	-20°C	Rodajas
2	0,15%	0,2%	0,4%	4°C	Rodajas
3	---	--	--	-20°C	Rodajas
4	---	--	--	4°C	Rodajas
5	0,15%	0,2%	0,4%	-20°C	Pasta
6	0,15%	0,2%	0,4%	4°C	Pasta
7	---	--	--	-20°C	Pasta
8	---	--	--	4°C	Pasta

### 3.4.7 Envasado

El llenado fue realizado en forma manual, en envases de celofán con polipropileno, con una capacidad de aproximadamente 50 g. Se procedió a realizar vacío, has-

ta -55 cm Hg. Posteriormente se realizó el sellado, esto fue aplicado a todos los tratamientos.

#### 3.4.8 Golpe de frío

Este se realizó por inmersión en nitrógeno líquido a una temperatura de  $-196^{\circ}\text{C}$  por espacio de 30 seg.

#### 3.4.9 Almacenaje

Se llevó a efecto a las temperaturas según tratamientos, congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  y refrigerado a  $4^{\circ}\text{C}$ .

El tiempo de almacenaje se extendió por un período de 3 meses; se realizaron análisis cada 15 días, con el propósito de detectar cambios que pudieran ocurrir.

### 3.5 Análisis

En el presente estudio interesó determinar fundamentalmente 2 tipos de análisis. Ellos corresponden a los de tipo físico-químico y sensorial.

### 3.5.1 Análisis físico-químico

En los análisis realizados en la fruta fresca se utilizaron 10 paltas y para los análisis quincenales de la fruta elaborada, 5 bolsas por tratamiento.

la fruta en estado natural se le determinó rendimiento y los análisis de pH, índice de acidez expresado en acidez libre, índice de peróxidos, test de las peroxidases, contenido graso, color y textura.

En la pasta y rodajas, recién elaborada y posteriormente cada 15 días se determinó los análisis de pH, índice de peróxidos, test de las peroxidases, contenido graso y color.

- Color, medido por comparación con el diccionario de MAERZ y PAUL (27) y expresado en la clave correspondiente. Como fuente de luz se usó una lámpara incandescente de 100 Watts colocada a 40 cm sobre las muestras.

- Resistencia a la presión o textura, obtenida con el presionómetro MAGNESS-TAYLOR modificado con punta 5/16", se realizó 3 mediciones por fruta, cuidando remover la piel en las zonas de medición. Los resultados se expresan en libras, (3), (30).

- pH, medido con el potenciómetro FISHER ACCUMET.

- Índice de acidez, mediante la determinación de ácidos grasos libres, basándose en la neutralización con NaOH 0,1 N. Esta determinación se expresó en acidez libre en términos del ácido oleico, (3), (40).

- Índice de peróxidos, basado en la determinación por yodometría de los peróxidos formados y la valoración mediante titulación con tiosulfato de sodio 0,1 N, expresándose en miliequivalentes de peróxido por kilo de lípido, (3), (40), (41).

- Test de las peroxidases, desarrollado para determinar actividad de la polifenoloxidasa, basado en la catálisis de la oxidación de los compuestos dadores de hidrógeno como en guayacol, (22).

- Contenido graso, basado en la extracción del aceite en frío a 5°C usándo para ello la supercentrifugación a 15.000 RPM y su posterior determinación en porcentaje, (16), (30), (41).

### 3.5.2 Análisis sensorial

Con el propósito de determinar preferencia del producto en los distintos tratamientos, se hizo uso de la Escala Hedónica.

3.5.2.1 Evaluación de preferencia La evaluación se realizó por la Escala Hedónica para los atributos de color, aroma, textura, sabor, aceptabilidad y detección de sabor y aroma extraño.

La calificación del ensayo fue realizada por un panel constituido por 18 personas. El producto fue presentado en galletas de coctail, previa adición de 1,5 % de NaCl, para enmascarar pequeñas diferencias se usó luz coloreada.

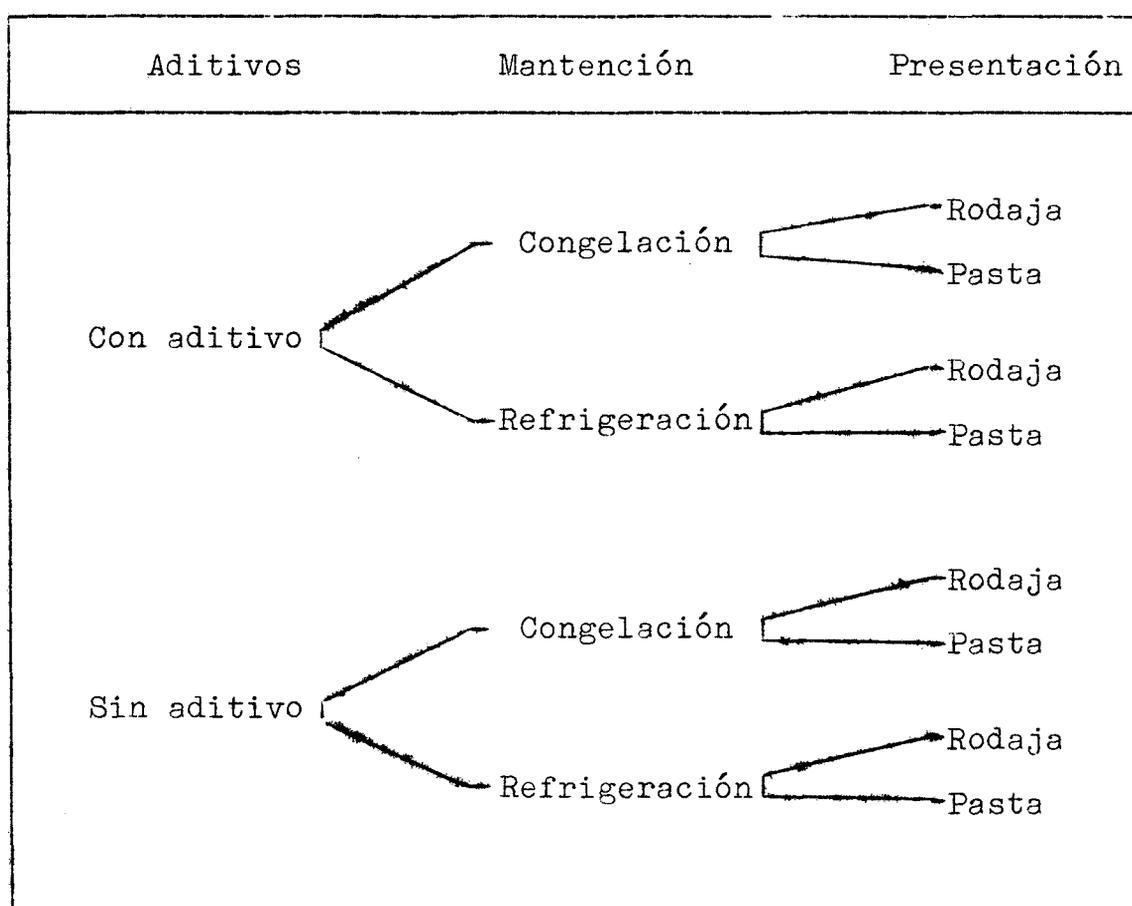
A los resultados de las calificaciones de los panelistas se les aplicó análisis de varianza.

### 3.6 Diseño estadístico

El diseño empleado fue de aleatorización completa con estructura 2 x 2 x 2 factorial, en el CUADRO 4 se muestra la distribución de los tratamientos.

CUADRO 4

#### Distribución de los tratamientos



El diseño empleado responde a la fórmula general siguiente:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2$$

$$l = 1, \dots, n$$

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

##### 4.1 Rendimientos

Se usaron en el desarrollo de esta tesis, 60 k de paltas. A ellas se les determinó el rendimiento de industrialización, el cual fue promisorio. En cuanto al desecho de la fruta, este no se apreció, debido a que se encontraba uniforme y sin daños. En el CUADRO 5 se muestra el rendimiento obtenido en sus diversos aspectos.

##### CUADRO 5

##### Rendimientos

	Fruta fresca	Cáscara	Semilla	Fibra	Pulpa
k	60	5,0	10,1	0,8	42,8
%	100	8,34	16,83	1,32	71,37

##### 4.2 Análisis físico-químico de la fruta fresca

En el CUADRO 6 presentado a continuación, se encuentran los resultados de los análisis efectuados a la fruta fresca antes de ser elaborada.

CUADRO 6Características de la fruta fresca

Análisis	Valoración
pH .....	6,45
Acidez libre % ác. oleico .....	0,48
Indice de peróxidos (meq. peróxido/1000 g lip. ....	0,14
Test de peroxidasas .....	positivo
Contenido graso(%).....	18,60
Color .....	plate 18-1H
Textura (lb) .....	2,02

El mantener la fruta en cámara refrigerada, primeramente a 12°C a fin de uniformar las características de la fruta y posteriormente mantenerla a 4°C, hasta el momento del procesado, permitió que la materia prima presentase excelentes condiciones para el ensayo.

El contenido graso de 18,6 % está acorde con el rango establecido por SLATER et al (42), como característica de la variedad.

Los valores máximos permitidos en los índices de acidez y peróxidos son 3,6 % de ác. oleico y 5 meq/k lípido, respectivamente, ante lo cual se puede afirmar que el pro-

ducto fresco no presenta ninguna característica indicadora de rancidez

El color de fondo es una evaluación bastante subjetiva dado que la fruta presenta tres tipos de colores en el perfil de la pulpa, de modo que para uniformar, fue necesario transformarla en pasta. El color de la pulpa es un buen índice para estimar la condición de madurez y manejo de la fruta, dado que cualquier golpe se manifiesta en un cambio en él. Desde este punto de vista es dable decir que el color que presenta la fruta al momento de industrializar es el adecuado.

Visto todo lo anterior, se puede decir por las características enunciadas, que la fruta se encuentra en mejor forma para realizar la industrialización.

#### 4.3 Análisis físico-químico a la fruta elaborada

Los análisis a la fruta elaborada se realizaron en el momento mismo de su preparación y posteriormente cada 15 días durante un período de 3 meses.

De los ocho tratamientos sólo dos se mantuvieron inalterables a través de todo el ensayo. Estos corresponden al tratamiento 1 : palta cortada en rodajas con la agregación de los aditivos correspondientes, mantenida a  $-20^{\circ}\text{C}$ ; el otro tratamiento corresponde a pasta de palta preparada y mantenida en idénticas condiciones que el tratamiento anterior, se encuentra asignado con el número 5.

#### 4.3.1 Análisis de pH

En todos los tratamientos se aprecia una leve tendencia al descenso. Esto ocurre dada la liberación de algunos ácidos grasos, por efecto del consumo de ácido ascórbico durante el almacenaje, el que fue aplicado como antioxidante, incidiendo dicho efecto en la acidificación del medio. Esto concuerda con lo manifestado por NICKERSON y KAREL (32) y TRESSLER (46).

El CUADRO 7 muestra la variación del pH en los diferentes tratamientos a través del ensayo.

CUADRO 7

Variación del pH en los tratamientos

Tratamiento	Inicial (prom.)	Final (prom.)	Variación
1	5,35	5,1	0,25
2	5,40	4,3	1,10
3	6,50	5,1	1,40
4	6,45	4,4	2,05
5	5,30	4,6	0,70
6	5,25	4,2	0,70
7	6,50	6,0	0,50
8	6,60	5,8	0,80

#### 4.3.2 Índice de acidez

El objeto de realizar este análisis fue obtener un elemento de jjuicio para determinar la acción del antioxidante, como asimismo, en conjunto con el índice de peróxidos, detectar el fenómeno de rancidez de los componentes grasos de la palta.

El valor máximo aceptado en porcentaje de ácido oleico en los alimentos es de 3,6 % y como se puede apreciar en el CUADRO 8 los tratamientos 1 y 5 solamente se encuentran bajo ese valor, esto se debe al efecto neutralizador que ejerce el ácido ascórbico sobre las enzimas causantes de las reacciones de oxidación lipídica.

CUADRO 8

Variación de la acidez libre en % de ácido oleico

Tratamiento	Inicial	Final	Variación
1	0,74	0,91	0,17
2	0,82	3,86	3,04
3	0,49	3,89	3,40
4	0,45	4,41	3,96
5	0,83	0,99	0,16
6	0,84	4,26	3,42
7	0,48	5,53	4,69
8	0,51	4,9	4,39

#### 4.3.3 Índice de peróxidos

Este análisis permite determinar el estado de rancidez de un producto con contenido graso. Es así como en las determinaciones realizadas se puede apreciar un marcado aumento del índice de peróxidos en aquellos tratamientos sin aditivo, por lo que se puede deducir que el ácido ascórbico, sin ser un antioxidante específico para lípidos, es capaz de controlar esta reacción. Al término del ensayo se encuentran sólo dos tratamientos que presentan un índice bajo y corresponde a los tratamientos 1 y 5.

Al analizar con mayor detenimiento la rancidez, se puede decir que en aquellos tratamientos sin aditivo la acidez libre y el índice de peróxidos presentan valores altos al término del ensayo. Lo mismo ocurre en la determinación del pH, ya que las mayores variaciones de éste ocurren precisamente en estos casos.

Finalizado el segundo mes del ensayo se encuentra que cinco tratamientos presentan buenas condiciones organolépticas, según el pH, acidez libre e índice de peróxidos. Estos tratamientos corresponden a los números 1, 3, 5, 7 y 8.

Los altos valores encontrados en los índices de acidez y peróxidos al finalizar el ensayo, indican un cierto grado de descomposición lipolítica de los glicéridos, de lo que se desprende un estado de rancidez avanzado, excepto en los tratamientos 1 y 5, que por poseer ácido ascórbico y el haberlos mantenido a  $-20^{\circ}\text{C}$  se ha controlado dicho proceso. De acuerdo a lo anterior, se pudo encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1 y 5 con respecto al resto de los tratamientos, como se puede apreciar en el CUADRO 9.

CUADRO 9Variación del índice de peróxidos

Tratamiento	Inicial meq/k lípido	Final meq/k lípido	Variación
1	0,06	3,34	3,28
2	0,07	8,52	8,45
3	0,10	6,45	6,35
4	0,10	17,18	16,89
5	0,07	2,00	1,93
6	0,05	3,34	8,29
7	0,09	6,52	6,43
8	0,08	9,85	9,77

4.3.4 Test de las peroxidasas

La evaluación de la actividad enzimática, ha tenido por objeto demostrar el efecto inhibitor del ácido ascórbico, dado que los tratamientos, en ningún caso contemplaron la destrucción de la enzima mediante procesos térmicos, debido a que éstos producen en la palta la liberación de algunos ácidos grasos y ésteres que proporcionan aromas y sabores desagradables en el producto.

En todos los tratamientos este análisis resultó positivo, de lo que se desprende que la enzima se encontraba activa pero controlada.

#### 4.3.5 Contenido graso

En las determinaciones realizadas no se aprecia variación en el contenido graso, a través del ensayo. Pudiera esperarse una disminución de éste debido a la descomposición de algunos ácidos grasos liberados por fenómenos de oxidación, pero ello no fue posible determinar en el ensayo, el Andeva realizado no arroja diferencia significativa entre los tratamientos.

CUADRO 10

ANDEVA Contenido graso

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	8
signific. al 5 %	N.S							
signific. al 1 %	N.S							

- N.S = No significativo.

#### 4.3.6 Color

El color sufrió marcadas variaciones en algunos tratamientos a lo largo del ensayo. Es así como en los tratamientos 4, 6, 7, 8 el color final no tiene relación alguna con el color original. Esto se debe al agotamiento del ácido ascórbico presente, lo que permitió que se llevara a efecto la reacción de pardeamiento enzimático que indujo el oscurecimiento de los tejidos.

El color inicial fué un verde amarillo, clave 1H Pl8 para todos los tratamientos. El tratamiento 1 no presentó variación alguna, el tratamiento 5 presentó una leve variación.

En el cuadro 11 se puede apreciar en toda su magnitud las marcadas variaciones que experimentó el color en los tratamientos, es así como los que más se alejan del color original son: el 4, 7, y 8.

Cabe mencionar que al término del segundo mes del ensayo, la totalidad de los tratamientos mantuvieron variaciones insignificantes con respecto al color orifinal.

Se desprende entonces que el objetivo fundamental del presente trabajo, que consistió en preservar paltas por un período mínimo de dos meses, se cumpliría en su totalidad.

Los tratamientos sin aditivos evidenciaron una mayor rapidéz en el desencadenamiento de las reacciones de pardeamiento, destacándose aquellos que fueron mantenidos a temperaturas de refrigeración, sobre los mantenidos a temperaturas de congelación.

CUADRO 11El color final de los tratamientos

Tratamiento	Clave color	Interpretación
1	1 H P 18	verde amarillo
2	1 J P 18	verde pardo
3	2 L P 18	verde limón
4	6 J P 18	café espino
5	1 K P 20	verde amarillo pardo
6	3 L P 14	amarillo pardo
7	1 L P 14	verde oscuro
8	5 J P 15	café oliva

- P = Plate

La variación del color no sólo es debida al agotamiento del ácido ascórbico por su efecto reductor, sino que también es causada por los fenómenos oxidativos relacionados con la rancidez y es precisamente en aquellos tratamientos con mayor índice de peróxidos en donde se presenta mayor variación de color y por consiguiente corresponden a los colores más oscuros.

#### 4.4 Influencia de los aditivos

La acción de los aditivos fué positiva en todos los tratamientos y permitió, en combinación con otros cuidados de manejo principalmente, que el producto se preservara por un período superior a seis meses.

Es así como la mantención del color, sabor y aroma del producto fué realizada por la acción de estos componentes. Se evitó oxidaciones de todo tipo, en las que el ácido ascórbico, por ejemplo, sin ser específico para reacciones de tipo lipolítico, fué capaz de evitar dichas oxidaciones, evitando con ello la rancidez del producto. El pardeamiento enzimático fué evitado inhibiendo a las enzimas a pesar de que estas se mantuvieron activas durante todo el proceso, como lo demuestra el test de las peroxidasa, el cual resultó positivo en todas las determinaciones.

En base a lo anterior se puede aseverar que las dosis de aditivos planteadas en los tratamientos son adecuadas para preservar el producto, aún cuando la acción acidificante del ácido cítrico puede detectarse, en todo caso la palta es consumida generalmente con la adición de jugo de limón. Cabe agregar que la presencia del ácido cítrico no produce cambios en el sabor ni en el aroma del producto.

La adición del ácido sórbico permitió evitar la infestación por hongos al producto y no se detectó la presencia de bacterias por aumentos de volúmen o aromas extraños.



FIGURA 2. - Tratamiento 1 y 5 después de 6 meses de elaboración

#### 4.5 Evaluación sensorial

El exámen sensorial sólo se realizó en aquellos tratamientos que presentaron las mejores condiciones organolépticas al finalizar el ensayo. En consecuencia se evaluaron los ensayos 1 y 5 al sexto mes, dirigido a los caracteres de sabor, aroma, textura, aceptabilidad y presencia de aroma y sabor extraño.

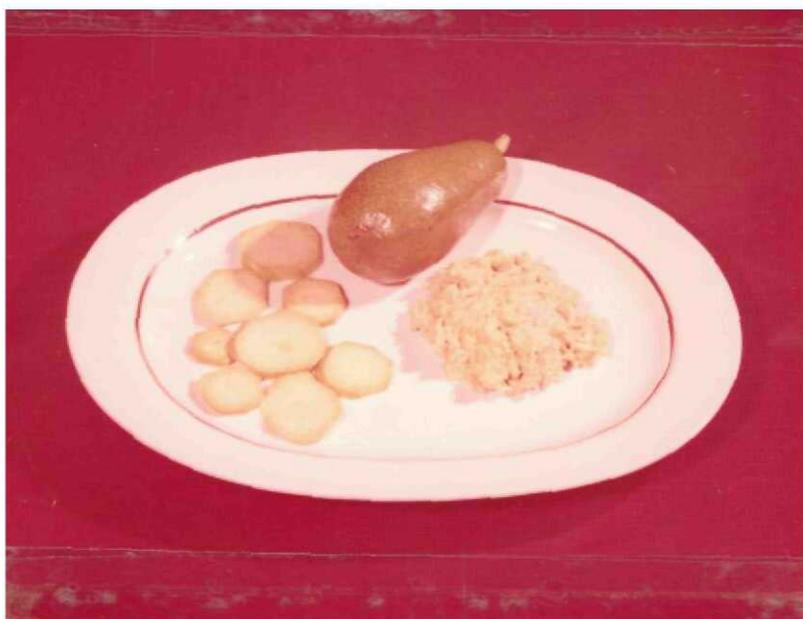


FIGURA 3.- Pasta y rodajas de palta recién preparadas.

##### 4.5.2. Evaluación de color

###### 4.5.1 Evaluación de color

El resultado de análisis sensorial que la La calificación de los panelistas dejó un promedio de 4.86, lo cual significa que la intensidad de dicha característica corresponde a la anotación de "moderado".

En los 2 tratamientos resultó el mismo promedio. Esto significa que no existe diferencia entre el color de la pasta y las rodajas, dado que estos son los tratamientos evaluados. Además, no fué necesario realizar un análisis de varianza.

Si se analiza con mayor detenimiento los resultados, podemos apreciar que el tratamiento 1 no evidenció variación del color a través del ensayo, manteniéndose en la clave I H P18 de Maerz y Paul (27). Lo anterior implica que: los aditivos empleados como antioxidantes impidieron la acción de las peroxidasas, por lo cual las dosis resultaron adecuadas, los envases usados resultaron lo suficientemente impermeables a los gases, con lo que no penetró oxígeno al producto.

- El golpe de frío resultó eficiente en virtud de que se mantuvo la atmósfera de  $N_2$  que se introdujo al interior del envase, desplazando con ello el oxígeno causante de las oxidaciones.

- Los componentes causantes de la pigmentación natural del producto no sufrieron alteración por luz o agentes oxidantes, de modo que la conservación en oscuridad es apropiada para este tipo de producto.

Los antecedentes mencionados anteriormente permiten deducir que la formulación y medidas tendientes a evitar la alteración del color en el presente ensayo, resultaron adecuados.

#### 4.5.2. Evaluación de aroma

El resultado del análisis sensorial determina que la intensidad del aroma puede considerarse como bajo a moderado. Los promedios para los tratamientos fueron: para pasta 4,72 y para rodajas 4,33. El análisis de varianza aplicado indica que existe diferencia significativa al 5% y no existe diferencia significativa al 1%

CUADRO No. 12ANDEVA. Evaluación de aroma

Tratamientos	Dif. al 5%	Dif. al 1%
Pasta	S.	N.S
Rodajas	S.	N.S

S = Significativa

N.S = No significativa

El hecho que el aroma se hubiese determinado como bajo a moderado, está indicando que el producto sufrió algún tipo de volatilización de compuestos aromáticos como aldehidos y ésteres. Ello, de acuerdo con lo planteado por NICKERSON Y KAREL (32).

#### 4.5.3. Evaluación de textura

En las pastas y otros productos molidos, es muy importante la determinación de texturas, ya que ésta es un índice de calidad.

La evaluación sensorial catalogó a los tratamientos con textura más que regular con una calificación promedio de 6,32 y 6,0 para pasta y rodajas respectivamente.

El análisis de varianza determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en pasta y rodajas.

El descongelamiento, no induce ningún cambio en la textura y consistencia del producto.

CUADRO No. 13ANDEVA Determinación de textura

Tratamiento	Dif. 5%	Dif. 1%
Pasta	N.S.	N.S.
Rodajas	N.S.	N.S.

De todo lo expresado anteriormente se puede concluir que :

- La fruta presentaba buena textura tanto en pasta como en rodajas, lo que implica que el estado de madurez de industrialización fué el adecuado. Vale decir, el valor de 2,02 lb determinado por el presionómetro MAHNES-TAYLOR con punta de 5/16" en la fruta.

- Los fenómenos de arenosidad y sinérisis no se manifestaron en los tratamientos, por lo que la elaboración de manejo del ensayo fué adecuada.

La textura de las rodajas no se vió alterada por fenómenos de destrucción celular producto del agotamiento, de lo que se desprende que se justifica también la aplicación del golpe de frío, que además permite producir cristales de hielo muy pequeños que no dañan el tejido.

#### 4.5.4 Evaluación de sabor

La intensidad del sabor fué calificada por los panelistas como moderado bajo y corresponde a una puntuación promedio de 4,4 y 4,3 para pasta y rodajas respectivamente. Esta diferencia no es significativa.

Se aprecia claramente una disminución en la intensidad del sabor natural de la palta. En ello intervienen la volatilización de los compuestos aromáticos mencionada en el punto 4.5.2. A esto último, además, se puede agregar que los aditivos pueden enmascarar en cierto grado las características propias del producto, pero sin que alcance a ser notorio dicho efecto.

CUADRO No. 14

#### ANDEVA Evaluación de sabor

Tratamiento	Signif. 5%	Signif. 1%
Pasta	N.S.	N.S.
Rodajas	N.S.	N.S.

#### 4.5.5. Evaluación de aceptabilidad

Los datos arrojados por el análisis indican una puntuación promedio de 4,44 y 4,88 para pasta y rodajas respectivamente. El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

El producto en general es aceptado por el panelista, tomando en cuenta la valoración proporcionada en las otras características analizadas.

## CUADRO No. 15

ANDEVA Evaluación de aceptabilidad

Tratamiento	Signif. 5%	Signif. 1%
Pasta	N.S.	N.S.
Redajas	N.S.	N.S.

4.5.6. Detección de aroma y sabor extraños

El 75,28% de los panelistas no detectó la presencia de aroma extraño en los tratamientos, lo cual permite aseverar que no se produjeron fenómenos que causan la descomposición de los compuestos, principalmente aquellos de tipo lipídico.

En cuanto a sabores extraños, al 88,88% de los panelistas detectaron la presencia de ellos. En sus observaciones hacen mención principalmente a sabores extraños tipo ácidos que son atribuidos a la acción del ácido cítrico, el que provoca valores de pH cercanos a 5. A pesar de ello, la adición de dicho aditivo permitió la acción del ácido sórbico con una gran eficiencia.

La detección de este sabor extraño no altera la calificación obtenida por intensidad del sabor natural de la fruta, el cual se mantiene dentro de un rango bastante interesante, de lo que se desprende que el sabor extraño detectado no resulta desagradable a los panelistas,

5 CONCLUSIONES  
En la FIGURA 4 podrá apreciarse dos tipos de palta elaborada :

- a) Rodajas y pasta mantenida durante seis meses en congelación
- b) Rodajas y pasta recién elaboradas

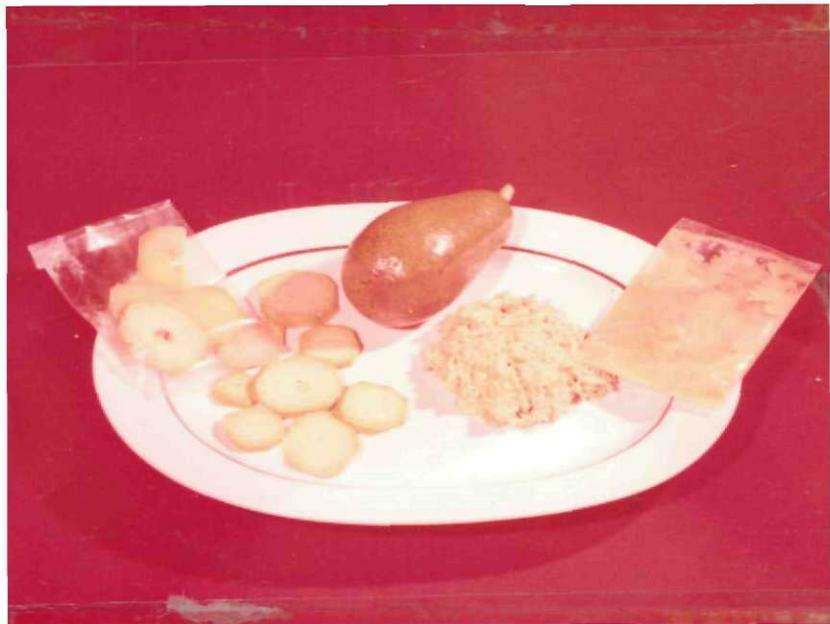


FIGURA 4.- Comparación de palta recién elaborada y palta con procesamiento de seis meses

## 5. CONCLUSIONES

- ★ Los análisis físico-químicos y la evaluación sensorial permiten concluir que es posible industrializar palta utilizando aditivos químicos adecuados y conservarla congelada durante un período que sobrepasa los 3 meses.
- Se comprobó que la inmersión en  $N_2$  líquido es un tratamiento eficiente para los alimentos, ya que produce una congelación instantánea, un efecto pseudo esterilizante y además proporciona un ambiente de nitrógeno que impide la generación de reacciones de tipo oxidativo.
- El envasado al vacío a -55cm Hg tiene real importancia en este ensayo ya que, junto al nitrógeno líquido, impiden oxidaciones del producto.
- La acción y proporción en que se agregaron los aditivos, resultaron eficientes y adecuadas para este tipo de frutas.
- La mantención del producto congelado a  $-20^{\circ} C$  es adecuada para este tipo de fruta, ya que impide el desarrollo de microorganismos, evita degradaciones en los compuestos y no induce alteraciones al producto.
- El almacenamiento refrigerado es eficiente sólo por un espacio de tiempo que no va más allá de los 30 días, según lo que se pudo demostrar en los tratamientos así mantenidos.
- En el análisis sensorial se demostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en pasta y aquellos en rodajas.

- La variedad Fuerte contemplada en este ensayo presenta inmejorables condiciones para su industrialización. Ello se debe a sus características de textura, bajo porcentaje de desecho, facilidad de manejo de post cosecha y el delicado sabor que presenta.

## 6. RESUMEN

La presente investigación, realizada en la planta piloto de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, consistió en la elaboración de pasta y rodajas de palta, congelándolas en forma casi instantánea mediante la inmersión en  $N_2$  líquido, previo envasado en bolsas de celofán con prolipropileno y sellado a menos 55 cm de Hg. El producto fué almacenado congelado a  $-20^{\circ}$  C y refrigerado a  $4^{\circ}$  C según tratamiento, utilizando paltas variedad Fuerte.

El producto fué sometido a análisis físico-químicos durante un lapso de tres meses, a objeto de detectar el efecto del uso de las dosis de ácido sórbico, ácido cítrico y ácido ascórbico; y los cambios que pudieren ocurrir en el producto sobre sus características físico-químicas y organolépticas.

Durante el período de observación señalado, hasta el primer mes, los 8 tratamientos planteados no presentaron variación en sus características tanto físico-químicas como microbiológicas.

Hacia el tercer mes del ensayo solo 2 tratamientos presentaron un mínimo de variación en sus características. Ellos fueron el 1 y el 5, que estaban planteados sobre la base de aditivos y mantenidos congelados en forma de pasta y rodajas.

En el análisis sensorial se pudo comprobar que no existe diferencia significativa en la presentación de los tratamientos, como asimismo, las variaciones experimentadas en los caracteres de textura, aroma, sabor y aceptabilidad. La dosis de aditivos como ácido ascórbico y ácido sórbico utilizados, no fueron percibidas por los panelistas. Sin embargo fué detectado el ácido cítrico por su efecto acidificante.

El período de preservación establecido en los objetivos, fué prolongado bastante más allá de lo enunciado. Es así, como, la evaluación sensorial pudo efectuarse a los seis meses de iniciado el ensayo, sin que ello presentase dificultad alguna en su realización.

## 6.1 Summary

The technological prospects of processing avocados ( cv. Fuerte ) were studied at the Food Technology Experiment Plant of the College of Agriculture, University of Chile.

The elaboration method consisted of quick-freezing avocado pulp and wheel-like slices by immersion in liquid  $N_2$ . The product had previously been packed into cellophane-polypropylene bags sealed at 55 cm.Hg.

The product was frozen at  $-20^{\circ}C$  and then cooled at  $4^{\circ}C$ .

Physico-chemical analyses of the product were made immediately after elaboration and every 15 days during a three-month period in order to determine the influence of different doses of sorbic, citric and ascorbic acids and to detect any possible changes both in its physico-chemical and organoleptic characteristics.

Neither physico-chemical nor microbiological variations were found in any of the treatments in two first months . In the third month, only two treatments showed a slight variation in the product characteristics. These treatments ( N<sup>o</sup> 1 and 5 ) had received additives and had been kept as frozen pulp and wheel-like slices

Sensory evaluation showed no significant differences among treatments or among variation in aroma, texture, taste and acceptability.

Additive doses were not perceived by panelist who, instead, detected the acidifying effect of citric acid.

The preservation period was prolonged much more than expected; however, sensory evaluation could be carried out with no difficulty six months after trial initiation.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ, L.D. Enzime-induced darkening of fruits and vegetables. *Tecnología de los Alimentos*. 6(4): 22-27. 1971.
2. AMERINE, M.A., PANGBORN, R.M. y ROESSLER, E.B. Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press. 1965. 602 p.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Official methods of analysis. 10 ed. Washington, Board. 1970. 957 p.
4. BAILEY, A.E. Aceites y grasas industriales. ed. Reverté, Mexico. 1961. 471 p.
5. BENDER, A.E. Nutritional effects of food processing. *Journal of Food Technology* 1(4):261-289. 1966.
6. BIALE, J.B. y YOUNG, E.R. The avocado pear. Ed. Hulme. Connecticut. 1972. 126 p.
7. BRENNAN, W.G. et al. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. ed. Acribia, Zaragoza, España. 1972. 417 p.
8. CANADAY, J. The art full avocado. Doubleday and Co. Garden City, New York. 1973. 79 p.
9. CHANDLER, W.H. Frutales de hoja perenne. ed. Hispano Americana, Mexico. 1962. 666 p.
10. CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. CORPORACION DE FOMENTO. Producción, comercialización y consumo de la fruta en Chile. Santiago. 1963. v.2, 253 p.
11. ----- SERVICIO NACIONAL DE SALUD. Reglamento sanitario de los alimentos. Santiago. 1961. 100 p.

12. ----- . OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA. Perspectivas de desarrollo agropecuario 1975-1980. Santiago. 1975. 101 p.
13. CRUESS, W.V. Comercial fruit and vegetable products. 4 ed. New York, Mc Graw-Hill, 1958. 884 p.
14. DESROSIER, N.W. The technology of food preservation. 3 ed. Westport, Connecticut. The Avi. 1971. 494 p.
15. DUCKWORTH, R.B. Frutas y verduras. Zaragoza. Acribia. 1968. 304 p.
16. EARLE, R.L. Ingeniería de los alimentos. Zaragoza. Acribia. 1967. 332 p.
17. FRAZIER, W.C. Microbiología de los alimentos. Zaragoza. Acribia. 1962. 467 p.
18. GARCIA, G.M. Studies on the fat content of some avocado varieties, Persea americana Mill. Beiträge Zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin. 12(4):20-21. 1975.
19. GARCIA, R., ANDRADE, J. y ROLZ, C. Effects of temperature and heating time on the detection off-flavour in avocado paste. Journal of Food Science. 40(1):20-30. 1975.
20. GOMEZ, R.F. y BATES, R.P. Storage deterioration of freeze-dried avocado puree and guacamole. Journal of Food Science. 35(4):472-475. 1970.
21. HATTON, T.T. y MORROW, N.R. Relation to certain chemical and physical characters in Florida avocados. Florida State Horticultural Society. 70:29-31. 1957.
22. HULME, A.C. Ed. The biochemistry of fruits and their products. 1971. v.2, 788 p.

23. JOSLYN, M.A. The freezing preservation of vegetables. *Econ. Botany*. 15:347-375. 1961.
24. -----y HEID, J.L. Food processing operations. Westport, Connecticut. The Avi Publishing Co.Inc. 1964. v.3, 556 p.
25. KAREL, M. y WOGAN, G.N. Migration of substances from flexible container for heat-processed food. D.S. M.I.T. Report on U.S.Q.M.C. Contract. 1963:19-129. Mayo 1963.
26. KRAMER, A. y TWIGG, B.A. Fundamentals of quality control for the food industry. Westport, Connecticut, The Avi. 1966. 541 p.
27. MAERZ, A. y PAUL, M.R. A dictionary of color. New York. Mc Graw-Hill. 1930. 207 p.
28. MAZLIAK, P. Constitution lipidique de l'avocat. *Fruits*. 26(9):615-623. 1971.
29. MUÑOZ, D.J. Los coayudantes del frío. Centro Experimental del Frío. Madrid, España. 17:1-20. 1969.
30. NATIONAL CANNERS ASSOCIATION. Laboratory manual for food; canners and processors. Westport, Connecticut. The Avi. 1968. 2v.
31. NICKERSON, J.T.R. Preservatives and antioxidants. In Joslyn, M.A. y Heid, J.L. Food processing operations; their management, machines, materials and methods. Westport, Connecticut, The Avi. 1963. v.2, pp 218-247.
32. ----- y KAREL, M. Preservation of foods by freezing. In Joslyn, M.A. y Heid, J.L.. Food processing operations. Westport, Connecticut, The Avi. 1964. v.3, pp 259-294.

33. PATERSON, A.C., FANELLI, M.S. y GUNDERSON, M.F. Special problems encountered in preparing, freezing, storing, transporting and marketing frozen precooked and prepared foods. In Tressler, D.K., Van Arsdel, W.D. y Copley, M.J. The freezing preservation of food. Westport, Connecticut, The Avi. 1968. 559 p.
34. PENNACCHIOTTI, I. y SCHMIDT-HEBBEL, H. Tabla de composición química de los alimentos chilenos. 5 ed. Santiago, Universidad de Chile, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. 1964. 45 p.
35. PLANK, R. Empleo del frío en la industria de la alimentación. Barcelona, Reverté. 1963. 805 p.
36. POTTER, H.N. Food science. Westport, Connecticut, The Avi. 1973. 706 p.
37. REYES, C.D. Determinación de cosecha en paltas. Tesis. Santiago. U.C. Escuela de Agronomía. 1964. 72 p.
38. RHODES, A.M. y GODALL, G.E. A numerical taxonomy study of the avocado, *Persea americana* Mill. Journal Amerc. Soc. Sci. 96(3):391-393. 1971.
39. RUEHLE, D.G. La industria del aguacate. A.I.D., Mexico-Buenos Aires. 1974. 96 p.
40. SCHMIDT-HEBBEL, H. Ciencia y tecnología de los alimentos. ed. Universitaria, Santiago, Chile. 1973. 270 p.
41. SCHULTZ, H.W., DAY, E.A. y SINNHUBER, R.O. Ed. Symposium of foods; Lipids and their oxidation. The Avi. 1962. 628 p.
42. SLATER, E.G. et al. Variation in avocado composition. Journal of Agricultural Food Chemistry. 23(3): 468-474. 1975.

43. SPENCER, M. Chemical changes during cooking, processing and storage food. II. Colours, vitamins and minerals. Nutrition and Food Science. 32:11-14. 1973.
44. SUDZUKI, H.F. y BOTTI, G.C. Curso de post-grado. Morfo-Anatomía Frutal. 1973. s.p.
45. TODD, T.S. The avocado variety situation today. California Avocado Year Book. 1966:21-25. Dic. 1966.
46. TRESSLER, D. Prepared and precooked fruits products. In Tressler, D., Van Arsdel, W.D. y Copley, J.M. The freezing preservation of foods. Westport, Connecticut, The Avi. 1968. v.4, pp 182-206.
47. ULRICH, R. Aspectos biológicos de la aplicación de frío a las frutas e a los legumes. Centro Tropical de pesquisas e Tecnologia de Alimentos. Campiñas, Brasil. v.5. 1969. 12 p.
48. VAN HIELE, T. Problemas técnicos en la distribución de frutas y verduras super congelados. Sprenger Institute, Haagsteel 6, Washington, The Netherlands. 3:12-20. 1969.

A N E X O S

CUADRO 1

Comportamiento del pH en los distintos tratamientos

Tratamientos	F e c h a s						
	15/12	30/12	15/1	30/1	15/2	2/3	17/3
1	5,35	5,35	5,35	5,40	5,20	5,20	5,10
2	5,40	5,25	4,55	4,40	4,55	4,40	4,30
3	6,50	6,45	6,34	6,30	5,35	5,20	5,10
4	6,45	6,10	6,15	5,55	5,85	4,85	4,40
5	5,30	5,15	4,60	4,70	4,55	4,15	4,60
6	5,25	5,10	4,80	4,65	4,70	4,60	4,20
7	6,50	6,45	6,50	6,50	6,40	6,30	6,00
8	6,60	6,50	6,40	6,10	6,60	6,10	5,80

CUADRO 2

Comportamiento y variación del índice de  
peróxidos en los distintos tratamientos

Tratamientos	F e c h a s						
	15/12	30/12	15/1	30/1	15/2	2/3	17/3
1	0,06	1,08	2,17	3,20	3,25	3,30	3,34
2	0,07	5,36	5,49	6,05	7,03	7,96	8,52
3	0,10	1,09	1,10	1,11	1,20	3,46	6,46
4	1,14	6,08	7,26	8,09	12,05	14,14	17,08
5	0,07	1,09	1,09	1,09	1,09	2,00	2,00
6	0,05	2,66	5,29	7,99	8,02	8,26	8,34
7	0,09	0,74	1,49	1,22	3,52	3,68	6,52
8	0,08	0,14	0,29	1,42	3,62	6,42	9,85

CUADRO 3

Determinación de la acidez libre en los  
distintos tratamientos

Tratamientos	F e c h a s						
	15/12	30/12	15/1	30/1	15/2	2/3	17/3
1	0,74	0,77	0,82	0,86	0,88	0,89	0,91
2	0,82	0,89	1,16	1,24	2,32	3,71	3,86
3	0,49	0,59	1,12	1,49	2,18	3,39	3,89
4	0,45	0,73	1,74	2,22	2,99	3,68	4,41
5	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,95	0,99
6	0,84	0,98	1,19	1,76	2,13	3,24	4,26
7	0,48	0,76	1,28	1,52	2,56	3,24	5,53
8	0,51	0,76	1,12	2,65	3,15	4,18	4,90

CUADRO 4

Evaluación sensorial de sabor

TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 5		
5,0	3,0	6,0	5,0	3,0	4,0
5,0	4,0	2,0	5,0	4,0	2,0
5,0	3,0	3,0	4,0	6,0	4,0
4,0	5,0	5,0	5,0	3,0	4,0
5,0	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0
5,0	7,0	3,0	6,0	8,0	4,0

$$\bar{X} = 4,3$$

$$\bar{X} = 4,4$$

CUADRO 5

Evaluación sensorial de aroma

TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 5		
5,0	6,0	8,0	7,0	6,0	7,0
3,0	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0
2,0	7,0	4,0	4,0	6,0	7,0
5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0
5,0	5,0	4,0	5,0	2,0	4,0
4,0	1,0	3,0	4,0	2,0	3,0

$$\bar{X} = 4,33$$

$$\bar{X} = 4,72$$

CUADRO 6

Evaluación sensorial de aceptabilidad del producto

TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 5		
5,0	5,0	7,0	5,0	3,0	3,0
5,0	6,0	4,0	5,0	4,0	3,0
5,0	2,0	2,0	4,0	8,0	4,0
4,0	7,0	6,0	6,0	2,0	4,0
6,0	7,0	5,0	7,0	6,0	4,0
6,0	3,0	3,0	2,0	3,0	7,0

$$\bar{X} = 4,88$$

$$\bar{X} = 4,44$$