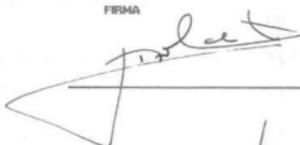


**Título** : EVALUACION DE CONGELADO EN PALTA (Persea americana  
Mill.) VARIEDAD HASS BAJO DISTINTAS FORMULACIONES.

**Tallerista** : MARIA JOSE AGUILERA VERA

### APROBACION DEL INFORME

	NOMBRE	FIRMA
<b>Profesor Guía</b>	: SR. JOSE A. OLAETA C. Ing. Agr. M.S.	
<b>Coordinador de Taller</b>	: SRA. PATRICIA PEÑALOZA A. Ing. Agr.	
<b>Jefe de Investigación</b>	: SRA. XIMENA BESOAIN C. Ing. Agr. M.S.	
<b>Corrector de Forma</b>	: SRA. MARIA LUZ CORTES P. Prof. Castellano	

**Fecha** : QUILLOTA, Diciembre de 1994.

## INDICE DE MATERIAS

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1. Clasificación botánica y composición del fruto	4
2.1.1. Clasificación botánica	4
2.1.2. Composición del fruto	4
2.2. Pardeamiento enzimático	10
2.3. Rancidez	12
2.4. Antioxidantes	14
2.4.1. Acidos	14
2.4.2. Agentes acomplejantes	16
2.4.3. Sales de halogeno	16
2.5. Alternativas de industrialización en paltas	17
2.6. Proceso de congelado	18
2.6.1. Congelación por inmersión en líquido refrigerante	21
2.6.2. Congelación en cámara	22
2.7. Cambios en el producto durante el almacenaje	23
2.8. Proceso de descongelación	24
2.8.1. Calidad sensorial	25
2.8.2. Calidad sanitaria	26
2.8.3. Calidad comercial	26
2.9. Productos congelados en base a palta	27
3. MATERIALES Y METODOS	31
3.1. Descripción del ensayo	31
3.2. Obtención de la materia prima	32
3.3. Análisis físicos y químicos de la materia prima	33
3.3.1. Resistencia a la presión	33
3.3.2. Contenido de humedad y aceite	33
3.3.3. Color	34
3.3.4. Acidez y pH	34
3.4. Línea de proceso	35

3.5. Elaboración de la pulpa en puré y mitades	37
3.6. Envasado y pesado	37
3.7. Antioxidantes	37
3.8. Congelado	38
3.9. Almacenamiento	39
3.10. Evaluación sensorial	39
3.11. Diseño estadístico	40
4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	41
4.1. Contenido de humedad y de aceite	41
4.2. Rendimiento de la materia prima en la elaboración de congelado	42
4.3. Efecto del color en el congelado	44
4.4. Efecto del pH y acidez sobre el congelado	51
4.5. Evaluación sensorial	55
5. CONCLUSIONES	70
6. RESUMEN	71
7. LITERATURA CITADA	72

## 1. INTRODUCCION

La palta, (Persea americana Mill), es un fruto altamente apreciado por sus características sensoriales y nutricionales. Se usa principalmente en ensaladas y platillos típicos en: México, Sud América, Centro América, Estados Unidos y Europa. Su contenido en aceites ha sido también utilizado en algunos cosméticos y productos farmacéuticos (RODRIGUEZ, 1988).

Su cultivo representa una actividad económica importante a nivel mundial, transándose volúmenes del orden de 1.842.072 cajas anuales (MURPHY, 1992).

En Chile el palto es una de las especies más plantada en los últimos años después de: la uva de mesa, manzanos y nectarines (ODEPA, 1992). Durante la temporada 1991-1992 existía una superficie de 8.261 ha, con una producción que alcanzaba las 39.000 ton, de las cuales sólo se exportó un 38% (ODEPA, 1992), ya que, la mayor producción se destina al mercado nacional en fresco.

Los aumentos a futuro en producción indican que deberán aumentarse las exportaciones a Estados Unidos, Europa y Sudamérica, como también aumentar el consumo nacional, el que en la actualidad no supera los 3.0 Kg por persona (BARROS, 1992), un futuro aumento en el consumo del país es otra posible alternativa para estos aumentos de volúmenes.

La Industrialización de paltas es otra de las alternativas que se presenta para aprovechar estos aumentos de producción a futuro, permitiendo favorecer un mejor acceso a zonas donde la distribución en fresco resulta más dificultosa, pues hay que considerar que es un fruto altamente perecible.

Además la industrialización de estos frutos, es una nueva alternativa para aquellos volúmenes que por no cumplir los requisitos de calibre, forma o variedad, no pueden ser comercializados en su estado fresco. Estas frutas al ser convenientemente comercializadas pueden también tener un mercado de exportación importante.

Entre las posibles alternativas de procesamiento se consideran: congelado, apertizado y deshidratado (RODRIGUEZ et al., 1979). De todas estas alternativas de procesamiento la conservación basada en la congelación combinada con el uso de aditivos y/o métodos de eliminación de oxígeno para reducir el oscurecimiento del fruto (oxidación) es la más importante. A escala nacional, los alimentos congelados tienen un futuro bastante promisorio, tanto para consumo interno como para exportación.

Es así, entonces, que orientado hacia la calidad final del alimento y la excelente alternativa de procesar paltas como producto congelado que se establecieron los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del congelado sobre la calidad de pulpa de palta Hass, procesada como puré y mitades.
  
- Evaluar el efecto de distintos tipos de congelados (por medio de nitrógeno líquido o mediante el empleo de cámara), sobre la calidad de la pulpa de palta procesada como puré y mitades.
  
- Obtener un producto que mantenga sus características al menos por dos meses durante el almacenaje en frío.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Clasificación botánica y composición del fruto:

#### 2.1.1. Clasificación botánica:

El palto, (Persea americana Mill), pertenece al orden Renales, familia Lauraceae, género Persea. Es un árbol frutal nativo de México, Centro América y Las Antillas. Al parecer este árbol que tiene una amplia zona de crecimiento fue formando grupos de plantas más adaptadas a las condiciones naturales de las distintas regiones en donde se difundió y con el tiempo esos grupos se fueron diferenciando naturalmente a tal extremo que algunos botánicos las consideran especies distintas. Es posible incluso que se hayan hibridado con otras especies del género Persea, que son muy numerosas en la misma región (GARDIAZABAL y ROSENBENG, 1991).

Las tres razas o variedades botánicas en que se agrupan los paltos, según su zona de origen son: Mexicana (a la que pertenecen las llamadas "paltas chilenas"), Guatemaltecas y Antillanas, existiendo además híbridos entre esas razas. En Chile se cultivan razas Mexicanas, Guatemaltecas e híbridos de ambas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

#### 2.1.2. Composición del fruto:

La palta es un fruto cuya composición varía porcentualmente según cultivares. Para dar una idea de la composición fisicoquímica de algunos de los cultivares, se ha elaborado el Cuadro 1 (CALABRESE, 1992).

CUADRO 1. Composición fisicoquímica del fruto maduro de algunos cultivares de palta (CONTINELLA, 1978).

Cultivar	Fruto			Semilla		Piel		Pulpa				
	Peso en Recolección (g)	Peso en maduración (g)	Pérdida de peso %	Peso (g)	% del fruto	Peso (g)	% del fruto	Peso (g)	% Sobre fruto	Humedad %	Grasa %	Proteína %
*Fuerte*	251,0	208,9	16,8	29,5	14,1	14,2	6,8	165,2	79,1	68,6	23,7	2,02
*Hass*	220,7	205,8	6,8	41,7	20,3	27,8	13,5	134,3	65,3	67,3	22,2	2,92
*Zutano*	318,7	286,2	10,2	53,7	18,8	20,2	7,0	212,3	74,2	71,0	22,2	2,32

Es un fruto rico en aceites que alcanzan su máximo contenido al final del crecimiento celular, pero éste varía mucho según el cultivar de que se trate, pues se sabe que su base genética influye mucho en la capacidad de acumulación de grasa. Los cultivares más pobres en aceite son los de raza Antillana, y los más ricos las de raza Mexicana, algunos de los cuales pueden alcanzar concentraciones del 28 - 30%, similares a superiores a las de algunas variedades de aceitunas (CALABRESE, 1992; SLATER, 1975).

El ácido graso dominante en la palta es el oleico (70 - 80%) el que se acumula preferentemente en forma de triglicenido. Cuanto mayor el contenido de aceite menor el contenido de

agua en el mesocarpo. Otros ácidos grasos que se forman con el desarrollo del fruto; si bien en proporciones muy inferiores al oleico, son el linoleico (10 - 11%) y el palmítico (7%) (CALABRESE, 1992; BAEZ, 1981; VALDEBENITO, 1981).

Para el cultivar Hass, SLATER (1975) cita como promedios los siguientes valores como porcentajes del total de ácidos grasos: ácido oleico 78,4%, ácido palmítico 10,1%, ácido linoleico 7,2% y ácido palmitoleico 4,0%.

VALDEBENITO (1981), determinó además que el contenido de aceite para la palta Hass, varía de acuerdo a la época de cosecha, el que aumenta significativamente en los primeros meses de cosecha, para mantenerse después sin cambios. Los ácidos grasos más importantes son: ácido oleico 27.34 - 36,23%, ácido palmítico 4.84 - 8.21%, ácido linoleico 2.46 - 8.68% y ácido palmitoleico 1.33 - 4.68%.

Según BAEZ (1981), se encuentran trazas de ácidos esteárico, mirístico y arachídico. En cualquier caso, los ácidos grasos insaturados prevalecen en la composición haciendo el aceite de palta muy apto para la alimentación.

En el Cuadro 2 se incluye su índice de iodo comparado con el de otros aceites. El índice de iodo es bastante alto lo que supone que la formación de colesterol sea reducida (CALABRESE, 1992).

CUADRO 2. Índice de iodo de algunos aceites y grasa. Cuanto más alto es el índice menor es la presencia de ácidos saturados con la consiguiente reducción del colesterol (PIERCE, 1960).

Aceite de	Índice de Iodo
Soja	132
Maíz	120
Sésamo	110
Algodón	108
Palta	94
Oliva	80
Tocino	50
Mantequilla	30
Nuez de coco	8

Los niveles de carbohidratos en el mesocarpo presentan algunos alcoholes y azúcares no usuales como perseitol, heptulosa y derivados de octulosa. Junto con los más comunes: glucosa, fructosa y sucrosa (BAILE y YOUNG, 1971).

Los carbohidratos no sufren grandes variaciones porcentuales durante el crecimiento del fruto. Su contenido en el momento de la recolección varía según cultivares (normalmente 2 - 7%). Los frutos más ricos en carbohidratos son los cultivares Antillanos, los cuales, por este motivo no son muy apreciados por los consumidores que prefieren frutos de tipo californianos, obtenidos de híbridos Guatemaltecos - Mexicanas (CALABRESE, 1992).

Los contenidos de proteína son elevados comparados con los de

otros frutos (Cuadro 3). El porcentaje de proteínas, referido al total de pulpa fresca, oscila entre 1.20 y 2.20. Todos los aminoácidos más importantes están contenidos en la pulpa. Entre ellos: leucina, lisina, valina, arginina, teronina, tirosina (Cuadro 4) (CALABRESE, 1992).

CUADRO 3. Composición (%) de la palta, comparada con la de otros frutos (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

Fruto	Agua	Proteínas	Grasas	Glúcidos	Ceniza	Calorías x 100 g.
Palta	70,56	2,10	20,00	5,95	1,32	207
Oliva	75,00	0,70	20,00	8,90	0,40	200
Manzana	86,60	0,10	0,30	11,91	0,27	52
Melocotón	88,00	1,00	-	10,00	0,50	52
Naranja	86,50	1,12	-	9,00	0,46	44
Plátano	72,46	1,16	0,55	20,00	0,86	90

CUADRO 4. Aminoácidos en mg por 100 gramos de pulpa (Fuente FAO, 1970).

Aminoácidos	Huevo	Naranja	Palta	Plátano	Higo	Higo de India
Isoleucina	778	23	47	32	36	40
Leucina	1.091	22	76	53	51	52
Lisina	863	43	59	46	48	40
Fenilalanina	709	30	48	44	28	54
Tirosina	515	17	32	29	51	--
Cistina-cisteina	301	10	--	30	19	--
Metionina	416	12	29	22	10	7
Treonina	634	12	40	38	38	48
Triptófano	-	6	--	--	10	8
Valina	847	31	63	45	46	37
Arginina	754	52	47	84	27	38
Istidina	301	12	25	84	17	15

Las cenizas son relativamente abundantes oscilando entre 0.8 - 1.5% de pulpa fresca (Cuadro 5). Los elementos más abundantes son: potasio, sodio, fósforo y cloro (14 - 15% cada uno de ellos) (CALABRESE, 1992; HAENDLER, 1965).

CUADRO 5. Las sales minerales en la pulpa de la palta son relativamente abundantes (CALABRESE *et al.*, 1980).

Cultivar	Cenizas %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> %	Cl %	Si O <sub>2</sub> %
"Fuerte"	1,30	35,71	13,50	2,00	3,45	4,05	1,87	0,66	16,73	7,66	12,90	0,84
"Bacon"	1,11	34,07	15,20	1,90	4,30	3,78	2,16	0,70	11,24	11,98	13,60	0,76
"Hass"	1,42	37,10	18,60	4,70	5,30	1,51	2,58	0,20	17,40	11,24	14,36	0,50

Las vitaminas (Cuadro 6) de la palta se encuentran en contenido dentro del contexto con respecto a otras frutas. Contiene vitamina: A, B, D y E, su contenido de vitaminas B6 es, por el contrario, de los más elevados (CALABRESE, 1992).

CUADRO 6. Las principales vitaminas presentes en la pulpa de la palta (Varios autores).

Vitamina	Cantidad en 100 gramos de pulpa fresca
A	150-290 I.U.
C	4,0-13,0 mg.
D	0,01 mg.
E	3,0 mg.
K	0,08 mg.
Rivoflavina	90-140 mg.
Niacina	1,10-2,16 mg.
Tiamina	70-120 mg.
Piridoxina	0,20-0,26 mg.
Acido Pantoténico	0,80-1,20 mg.

## 2.2. Pardeamiento enzimático:

Las enzimas son agentes químicos que se encuentran normalmente dentro de los alimentos. Si bien las enzimas pueden acelerar enormemente una reacción, no se convierte en parte de la reacción ni son modificadas o destruidas por ésta. Así, entonces se les denomina catalizadores (México A.I.D, 1968).

La presencia de enzimas siempre implica la pérdida de nutrientes y de calidad. Ya que, por lo general dan origen a compuestos de color oscuro (México A.I.D, 1968).

Para que ocurra pardeamiento enzimático oxidativo es necesario la presencia de tres componentes: oxígeno, enzima y sustrato oxidable como: tirosina, catecol, ácido cafeico, clorogénico, gálico, hidraquinonas, antocianos, flavonoides. Si cualquiera de éstos componentes falta o se impide que actúe, se evitará el oscurecimiento. Esto implica porqué no todas las frutas o verduras se pardean (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

El pardeamiento enzimático se produce principalmente por la acción de polifenoloxidasas (PPO), proteína cúprica que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas. Estas prosiguen su oxidación por el oxígeno del aire sobre el tejido hasta formar compuestos oscuros de tipo melanoide por

polimerización (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

El pH de actividad óptima de la PPO se sitúa entre 5.0 y 7.0 y más concretamente entre 6.0 y 6.5; a pH 3.0 o menores, su actividad se ve afectada irreversiblemente.

Es una enzima muy resistente al calor y permanece activa después de ser sometida a temperaturas elevadas (58°C) por 16 min. Esto es válido para la PPO existente en palta, algunas variedades de duraznero y peras (KAHN, 1977).

En la palta es considerada como la enzima más importante en las reacciones de pardeamiento enzimático y dentro de los substratos sobre los cuales actúa, se encuentra principalmente el: catecol seguido en orden decreciente por catequinas, ácido cafeico, ácido clorogénico, dehidroxifenilalanina y quercetina, no teniendo ninguna actividad sobre fenoles monohidroxilados (Cuadro 7) (BAILE y YOUNG, 1971).

CUADRO 7. Substratos específicos de la Polifenoloxidasasa (Knapp, 1965).

Substrato	Acción Relativa
Catecol	100
Acido Clorogénico	33
Acido Cafeico	33
Catequina	81
Dehidroxifenilalanina	12
Quercetina	6
Hidroquinona	0
Resorcinol	0

Existen varias formas de evitar el pardeamiento en palta; alguna de ellas puede ser inactivación de la enzima mediante tratamientos térmicos (escaldado) y por medio de agentes antioxidantes como: ácido ascórbico, ácido cítrico y sal (DESROSIER, 1971). Sin embargo, la destrucción de la enzima PPO en palta para inhibir el pardeamiento enzimático no contempla el método térmico debido a que éste produce en la palta la liberación de algunos compuestos aromas y sabores desagradables en el producto (GARCIA et al., 1975; CEBALLOS, 1977).

Según CORTEZ y colaboradores (1971), el mejor inhibidor de PPO en paltas es la cisteína pero es inadecuada porque altera las características de olor y sabor, además que su uso queda limitado por detección sensorial a concentraciones tan bajas que pierde su efecto como inhibidor.

### 2.3. Rancidez:

Las grasas y los aceites de los alimentos pueden estar particularmente expuestos a la oxidación. Este tipo de oxidación se denomina ranciedad o rancidez y puede ocurrir sin la presencia de enzimas. Son típico como resultado los malos sabores y olores a sebo, a pintura, a quemado, a pescado, a hierba y otros que caracterizan la rancidez (México A.I.D, 1968).

Existen tres tipos de rancidez, dependiendo de los agentes causantes de esta alteración (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

1) Rancidez Biológica: ésta consiste en una hidrólisis de glicéridos por la acción de microorganismos vivos como: bacterias, hongos, levaduras y los poderosos sistemas enzimáticos que éstos producen. Iniciando el desdoblamiento lipasas en ácidos grasos y glicerina, éstos se oxidan por lipo - oxidasas a cuerpos de función aldhídica y cetónica. (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

2) Rancidez oxidativa: se trata principalmente, de una oxidación de ácidos grasos no saturados, como el oleico, linoleico y linolénico. Por eso, se enrancian, tanto más rápido cuanto mayor es el contenido en ácidos grasos no saturados (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

3) Rancidez estónica: Se debe a la oxidación de ácidos grasos saturados de bajo peso molecular por acción de hongos y bacterias en metil - cetona de olor y sabor aromático (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

La rancidez es otro problema común en casi todas las investigaciones acerca de la conservación de pulpa de palta, la que puede ser de tipo oxidativa o de tipo biológico (FENNAEK et al., 1963).

Se considera a la rancidez de tipo oxidativa como la de mayor

importancia, ya que, muchas veces es difícil la eliminación de el oxígeno dentro del envase, por el contrario, la oxidación de carácter biológica muchas veces depende sólo de la buena higiene y acepta con que se trabaje.

#### 2.4. Antioxidantes:

2.4.1. Acidos: Después de los sulfitos, son los inhibidores más ampliamente usados, tanto orgánicos como inorgánicos. La adición de ácidos como: ascórbico, cítrico, málico, fosfórico, clorhídrico; permiten disminuir el pH del medio bajo 3.0 y así inhibir la actividad de la enzima PPO irreversiblemente (PONTING, 1960).

De los ácidos, el más utilizado es el ácido ascórbico tanto leve como dextro por ser un buen agente reductor, lo que previene la formación de productos de oxidación, además de reducir ligeramente el pH del medio. El ácido ascórbico por sí mismo no es un inhibidor de la PPO, ya que, la enzima cataliza la oxidación del substrato natural a quinonas, éstas son reducidas por el ácido ascórbico nuevamente a los fenoles originales. Todo el proceso va acompañado de una disminución de la enzima que finalmente cesa. El ácido ascórbico deja de funcionar totalmente cuando se haya transformado totalmente en dehidroascórbico, ya que, no puede reducir las quinonas, de manera que éstas continúan su oxidación hasta la formación de melanoïdes (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

El ácido ascórbico es uno antioxidante que más se usa en frutas y verduras, su empleo tiene las siguientes ventajas (BEDROSIAN et al., 1959; SCHMIDT - HEBBEL, 1969):

- Ser constituyente natural en vegetales.
- No impartir olor indeseable.
- No afectar la textura del producto.
- Ser fácilmente detectable por análisis químicos y biológicos.
- Mezclarse fácilmente con el sabor natural de la fruta.
- Incrementar el valor nutritivo del producto en que se adiciona.
- No presenta riesgos para la salud del consumidor, el exceso en el organismo es eliminado por la orina.

El ácido cítrico es otro aditivo ampliamente utilizado como inhibidor dada sus características acidulantes, esta muy distribuido en vegetales, es ampliamente soluble en agua, tienen gran poder de acomplejamiento con el cobre, grupo prostético de la PPO, es efectivo agente sinergista del ácido ascórbico, lo que permite disminuir la cantidad de éste y tiene buen efecto inhibitorio (UNDERKOFER, 1969; SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

Se recomiendan cantidades de 0.5% de ácido cítrico y 0.03% de ácido ascórbico para prevenir pardeamiento en trozos de fruta a congelar (BRAVERMAN, 1978).

#### 2.4.2. Agentes acomplejantes:

Otra forma de inhibir a la enzima PPO es con el uso de ácido etilendiaminatetraacético (EDTA), el que forma un complejo estable con el grupo prostético de la enzima (REED, 1966).

El EDTA al combinarse con el cobre forma un compuesto de tipo quelato, eliminando la acción pro - oxidante de la enzima (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

Su empleo no es altamente difundido, ya que, es errático en su acción inhibitoria de la PPO sobre algunas frutas, o por el contrario, da excelentes resultados manteniendo una coloración en los productos casi perfecta, pero altera el sabor natural, dando como resultado un ligero sabor a metal. Por esto, no se recomienda usar más que en pequeñas dosis en ppm.

#### 2.4.3. Sales de halógenas:

La más utilizada es el cloruro de sodio (NaCl), se caracteriza por impedir la acción de la PPO frente al ácido clorogénico (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

Una inmersión en solución acuosa diluida de NaCl (0.3%) se usa mucho cuando se quiere evitar por corto tiempo el oscurecimiento de frutas peladas, como rodajas de manzana antes de ser sometidas al procesamiento de congelado, su

contenido de ácido ascórbico se mantiene entonces constante durante varias horas (SCHMIDT - HEBBEL, 1981).

La sal tiene la ventaja de ser el inhibidor más económico que existe, sin embargo, se caracteriza por ser el más débil de todos los utilizados e impartir un desagradable sabor al producto en altas concentraciones.

#### 2.5. Alternativas de industrialización en paltas:

La palta es un fruto que se caracteriza por sus variados usos, tanto a nivel nutricional como a nivel farmacéutico y cosmetológico.

La industrialización de la palta como puré congelado ha obtenido los mejores resultados, ya que sirve de base para productos untables, además de servir como componente del "huacamole", producto típico de consumo habitual en México (OLAETA, ROJAS, 1987; HUGET 1984; CARBALLO, 1982).

La Liofilización, es otro método de conservación que ha obtenido buenos resultados, pero depende de la temperatura a la que se realice el proceso, mientras mayor, menor será el tiempo de conservación (GOMEZ y BATES, 1970).

Por lo demás, es un producto muy fácil de empacar y almacenar, para su utilización sólo requiere de ser rehidratado con lo que se logra la consistencia deseada (HUGET, 1984).

Sin embargo, en lo que se refiere a conservación por temperatura, la aplicación de altas temperaturas no han dado buenos resultados. La aplicación de un proceso de pasteurización produce de inmediato la aparición de sabores extraños. Además, aunque no ocurriera este fenómeno, la consistencia de la palta dificulta la transferencia del calor (GARCIA et al., 1975).

Hasta ahora, el aspecto más importante en la Industrialización de este fruto ha sido la extracción de aceites. Según (INTEC/CORFO (1979), la industria Francesa presenta un gran interés por la fabricación de aceite no saponificables para su empleo en jabones, bronceadores y cremas que retardan el envejecimiento de la piel. Esto se debe a que es rica en vitaminas A, E, y D, como también en phitosterol (ester de gran penetración en la piel), por último desde la fracción no saponificable puede extraerse el llamado factor H, conocido por sus cualidades curativas.

#### 2.6. Proceso de congelado:

La tecnología de congelados pretende preservar durante un

tiempo prolongado la calidad de productos alimenticios disminuyendo la temperatura, es sabido que la disminución de temperatura a niveles de  $-20^{\circ}\text{C}$  impide el crecimiento de todos los microorganismos, a la vez disminuyendo la velocidad de reacciones químicas y bioquímicas del producto. Sin embargo, lejos de mantener independientes las características del producto, las reacciones sólo se deprimen en su velocidad, pero no se detienen (OLHAGARAY, 1989).

En general, este método mantiene en forma adecuada las propiedades de la materia prima, pero es necesario considerar que la congelación sólo se puede utilizar en la medida que existan las instalaciones adecuadas para el proceso, transporte y comercialización, donde el producto debe mantenerse sin interrupción bajo temperaturas de almacenaje recomendada de  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta el consumo (OLAETA, 1991).

Según OLHAGARAY (1989), básicamente son tres las etapas que influyen decisivamente en la calidad del producto congelado, a parte de las características intrínsecas de la materia prima:

a) Preparación del producto: Esto incluye el manejo post-cosecha / pre-proceso, y las operaciones de acondicionamiento del producto antes de congelar, como por ejemplo: escaldado, uso de antioxidantes y preservantes.

b) Congelación: El tipo de congelación y la velocidad a que se lleva a cabo determinar el tamaño de los cristales de hielo que se producen dentro y fuera de la célula. A menor tamaño de cristales implica una menor pérdida de producto una vez descongelado.

c) Almacenaje y congelado: Una vez que el producto se congela y almacena siguen ocurriendo cambios físicos y químicos. Es particularmente importante la migración de agua como consecuencia del gradiente de temperatura, lo que ocasiona deshidratación superficial y la cristalización.

Los productos alimenticios pueden ser congelados por diversos métodos, los cuales se agrupan en métodos lentos y métodos rápidos (ACHONDO, 1991).

La congelación lenta, se logra colocando el producto en un congelador a baja temperatura, permitiendo así que se congele lentamente, en la mayoría de los casos con aire quieto. Esto hace que la transmisión de calor se produzca por convección natural y el tiempo de congelación varíe de 3 horas a 3 días, dependiendo de la masa y conductividad térmica del mismo (DOSSAT, 1970).

La congelación rápida es el método de mayor demanda para productos congelados y se logra mediante: Inmersión directa del alimento en el refrigerante, contacto directo con el

refrigerante y congelación con corriente de aire a través de los alimentos que se desea congelar.

Según DOSSAT (1970), las ventajas de los métodos de congelación rápida sobre los de congelación lenta se puede resumir en tres puntos:

- Los cristales que se forman son un tamaño considerablemente menor, causando por lo tanto menos daño a las células.
- El período de congelación más corto permite menos tiempo para la difusión de las sales y la separación de agua en forma de hielo.
- El producto alcanza rápidamente temperaturas en las cuales la mayoría de las bacterias, hongos y levaduras quedan inhibidas, evitando así la descomposición durante la congelación.

#### 2.6.1. Congelación por inmersión en líquido refrigerante:

La congelación se realiza mediante la inmersión del producto en soluciones incongelables, existiendo como alternativa, la aplicación pulverizada de líquidos sobre el producto. También pueden ser usados los dos sistemas en conjunto, tanto en productos envasados como sin envase (ACHONDO, 1991).

Las características principales de este sistema son: Elevada eficiencia en la transmisión de calor, inexistencia de

pérdida de peso por deshidratación, necesidad de embalaje hermético por el uso de algunos líquidos incongelables, consumo de energía para movimiento del medio congelante, penetración de fluido congelante en productos sin envase (ACHONDO, 1991).

Sin embargo, la calidad de los alimentos congelados por este sistema no siempre es mejor, ya que, una congelación excesivamente rápida, puede inducir a tensiones disruptivas en los productos congelados, dando lugar al resquebrajamiento (BRENAN et al., 1980).

#### 2.6.2. Congelación en cámara:

La congelación se produce por el movimiento del aire por convección en forma natural impulsada en forma mecánica, se caracteriza por ser un sistema de alto gasto energético del ventilador y las complejidades mecánicas para la alimentación automática del sistema (ACHONDO, 1991).

No requiere de un embalaje hermético, ya que, no existe contaminación del producto con el aire helado, pero sí es importante protegerlo con algún tipo de envase, debido a la gradiente de diferencia de temperatura que produce una constante deshidratación durante el almacenaje.

## 2.7. Cambios en el producto durante el almacenaje en frío:

De acuerdo a DLHAGARAY (1989), durante el almacenaje ocurren cambios físicos, químicos y biológicos que afectan la calidad del producto. Entre ellos se encuentra como primer factor de pérdida del producto a la deshidratación que se ve afectada por:

- Tiempo de congelación, el que está regido por las características del producto (disposición interna de las células y la localización del agua libre, la piel del producto entre otros) y las condiciones de la transferencia de calor al medio.
- La distribución geométrica del producto en el sitio de congelación (envasado, disposición, etc.).
- Las propiedades físicas del producto (temperatura, propiedades térmicas, densidad, contenido acuoso, etc.).

Según DLHAGARAY (1989), en la Universidad de California (Davis), se realizaron trabajos de investigación para ver el efecto del almacenaje de frutas y hortalizas y se pudo verificar:

- La pérdida de ácido ascórbico que incide en la estabilidad y la calidad nutricional del producto.
- La conversión de clorofila o feotina.

- Los cambios estructurales a través de microscopía electrónica de barrido (tamaño de cristales) y la microscopía de células aisladas para observar el desarrollo de cristales en el interior y el exterior de la célula.

En el caso de las frutas, la característica más afectada por el almacenaje es el sabor, la excepción a la anterior es el durazno en donde el calor es el factor más importante (ACHONDO, 1991).

La volatización de compuestos del sabor, desnaturalización de proteínas y oxidaciones de compuestos químicos durante el almacenaje provocan un deterioro de color y favorecen el desarrollo de sabores extraños, caracterizados por el término rancidez (HEID y JOSLYN, 1967; IRONSIDE y LARE, 1958).

Por último, el almacenaje lleva consigo la pérdida de vitaminas y sales minerales. Ambas dependen de la naturaleza del producto y del tratamiento a seguir. Se puede afirmar en todo caso, que la pérdida de vitaminas de productos de origen vegetal es menor que en el caso de los productos de origen animal.

#### 2.8. Proceso de descongelación:

La descongelación es un proceso que tiene una mayor o menor importancia en la calidad final del producto dependiendo de:

- Tipo de alimento.
- Tipo de congelación.
- Temperaturas y tiempo de almacenaje.
- Tipo de envase.
- Tiempo y temperatura de descongelación.

Se puede afirmar que la descongelación influye en la calidad final de tres formas distintas (CARLES, 1982).

#### 2.8.1. Calidad sensorial:

El deterioro no aparece al momento del descongelado completo sino que se manifiesta por una pérdida de consistencia y exudación más o menos abundante y ésta varía según la naturaleza de los tejidos congelados. Así, los productos vegetales cuyas paredes celulares sean menos gruesas y estén formadas de pequeñas células resisten mejor que aquellos tejidos formados por largas células y finas paredes, la acción combinada de congelar y descongelar (CARLES, 1982).

El pardeamiento enzimático se produce de manera intensa después de la descongelación, pero puede aparecer sobre las frutas debido a un almacenaje efectuado en malas condiciones térmicas, o sobre productos mal embalados (CARLES, 1982).

Las frutas como damasco, durazno, manzanas y ciruelas sufren pardeamiento por la falta de tratamientos antioxidantes

antes de congelar (POTTER, 1970).

La volatilización de compuestos aromáticos de tipo aldehído y esteroides, produce una disminución del nivel de aroma (NIECKERSON y KAREL, 1964).

La descongelación también se puede traducir en la pérdida de aromas o modificación de algunos, que pueden llevar a la formación de olores extraños.

#### 2.8.2. Calidad sanitaria:

Cuando la temperatura supera los 40°C, las levaduras y hongos aumentan en una proporción considerable desarrollándose especialmente sobre tejidos cuya estructura ha sido alterada por la congelación y descongelación (CARLES, 1982).

#### 2.8.3. Calidad Comercial:

La calidad requerida para aquellos productos de consumo directo, debe ser de un máximo de firmeza, color y aroma. Mientras que aquellos requeridos para la agroindustria pueden tener un grado menor de firmeza color y aroma; ya que, servirán como materia prima de otros subproductos alimenticios.

### 2.9. Producto congelados en base a palta:

La palta es un fruto difícil de procesar, debido a que es un sustrato rico en ácidos grasos que se oxidan con gran rapidez, además está sujeto al pardeamiento enzimático (PPD) y a la acción degradativa de microorganismos como hongos.

A pesar de estas barreras, se han realizado diversos estudios en busca de la mejor alternativa para preservar frutos de palta mediante bajas temperaturas y el uso de aditivos que impidan la oxidación y el pardeamiento enzimático.

Es así, como investigaciones realizadas por CRUESS y HARROLD (1928), informaron que la pulpa de palta puede mezclarse con azúcar o con vinagre, congelarse rápidamente y envasarse con éxito a  $-9.4^{\circ}\text{C}$  o menos.

MAEFIC y STAHL (1955), también indican que la pulpa puede conservarse almacenada con aderezos para ensalada, sal y especias, envasarse en botes esmaltados que se congelan inmediatamente después del llenado y el sellado.

STEPHENS y GRIFFITHS (1957), citados por RODRIGUEZ (1988), consiguieron obtener una base para palta, mezclando cien partes de palta con cinco partes de jugo de limón, cuatro partes de cebolla picada y una parte de sal, y almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  en recipientes herméticos.

Nuevamente STEPHENS (1958), citado por RODRIGUEZ (1988), evalúa el efecto de agentes espesantes, como la harina de arroz y el alginato de sodio, para reducir la separación de agua en un producto tipo palta congelada y descongelada, encontrándose que una mezcla de ambos, no afecta el sabor y si reduce la separación de fases.

BENSON (1963), citados por RODRIGUEZ (1988), describe un proceso para preparar, y empacar paltas congeladas, que consiste en remover la piel y la semilla del fruto, sumergirlo en una solución antioxidante, congelar parcialmente con nitrógeno líquido por inmersión del producto en un lapso de 15 a 50 segundos, completando la operación a temperaturas de  $-180^{\circ}\text{C}$  y empacado el fruto en recipientes libres de oxígeno.

URBANEK (1966), evalúa un método para congelar paltas con nitrógeno líquido, que puede aplicarse al fruto entero, en mitades o en puré, sin modificar su textura y sabor, aún después de haber sido almacenados por más de un año.

LIME (1969), congela paltas de la variedad Lula como huacamole. Para esto se emplea una mezcla de 88.7% de palta, 4.6% de jugo de limón, 0.27% de cebolla en polvo y 1.43% de sal, que se envasa en tarros de hojalata y son congelados en atmósferas al vacío o con inyección de nitrógeno. Se estima que los productos conservan un gusto aceptable por 48 semanas

almacenados a 40°F, a 68°F los productos son aceptables por 16 semanas y a 100°F esto se limita a 3 semanas.

CORTES et al. (1971), indica que es posible conservar pulpa de palta, durante un periodo de 30 días, empleando la siguiente técnica: preparar la pulpa a 60°C adicionando ácido ascórbico (0.015 M) y ácido sórbico (0.5%) como espesante; envasado al vacío en envases de vidrio y almacenamiento refrigerado a 20°C. El envasado en plástico (polifán) no es adecuado porque altera los caracteres organolépticos de la pulpa.

Según INTEC/CORFO (1979), estudiando las principales alternativas tecnológicas para la industrialización de palta ensaya con buenos resultados rodajas y puré de palta base con tres tipos de condimentos (pickles, cebolla y pimentón) conservadas por congelación. Para las pastas congeladas, resultan adecuadas las variedades Fuerte, Hass, Champión y Bacon. Las variedades Fuerte y Hass también resultan adecuadas para la congelación en rodajas.

ARATA y YUNISIC (1983), ensaya con paltas de dos variedades distintas: Negra de La Cruz y Fuerte, obteniendo mejores rendimientos productivos con la última variedad dado su mayor tamaño; además se determina que proceso mecánico es 20 veces más rápido que el manual y que es posible obtener un producto de excelentes condiciones con ambas variedades al agregar:

bisulfito de sodio 0.03%, ácido ascórbico 0.2% y benzoato de sodio 0.2%, envasando al vacío en polifán y conservando a temperaturas entre 2 y 4°C durante 35 días.

HUGET y KAPLANER (1984), determina que la variedad Hass como puré y condimentada con sal y jugo de limón, más aditivos como: alginato de sodio, sorbato de potasio y TBHA; sirve de pasta base para ser congelada con adjuntos como: cebolla, ajo, camarones, jamón y pickles. Obteniéndose excelentes resultados al trabajar con envases de hojalata y congelado en túnel de aire forzado a -18°C por 2 meses.

ROJAS (1987), concluye que la calidad del congelado depende de la variedad y el nivel de madurez. Al trabajar con cinco variedades y con tres niveles de madurez, las que se congelaron a -78°C y luego almacenada a -18°C durante 3 meses. Se usaron como antioxidantes ácido ascórbico 0.8% y EDTA 0.02%. Se determinó que el cultivar Edranol presentó la mejor calidad y en general, para obtener un producto de calidad se requiere un nivel mínimo de aceite de un 15%.

RODRIGUEZ (1988), determina que la variedad Hass puede ser industrializada como rebanadas y puré al ser conservadas sin dañar su textura, sabor y color al trabajar con antioxidantes como ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido acético y sal y cubriendo el producto con una película de alginato de calcio que evita la pérdida de textura y el oscurecimiento

superficial, al actuar como barrera contra el oxígeno en almacenaje a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 6 semanas.

Por último AGUDELO (1993), obtiene un producto de buenas características físicas y sensoriales al almacenar pulpa de tres variedades (Trinidad, Fuerte y Booth -8), al usar como antioxidantes: ácido cítrico, ácido ascórbico, BHA y BHT en formulaciones conjuntas o separadas y almacenando el producto a  $-4^{\circ}\text{C}$  durante 50 días sin peligro de deterioro.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción del ensayo:

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 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 8 y 9 se detallan los tratamientos realizados a la pulpa de palta, ya sea, para mitades como para puré.

CUADRO 8. Tratamientos pulpa de paltas en mitades.

Tratamientos	Antioxidantes
M1	Acido Citrico 2%
M2	Acido Ascórbico 0.8%, Acido Citrico 0.2%
M3	Acido Ascórbico 0.8%, Acido Citrico 0.2% EDTA 0.035%

CUADRO 9. Tratamientos pulpa de palta en puré.

Tratamientos	Antioxidantes
P1	Acido Ascórbico 0.3%, Acido Citrico 0.6%
P2	Acido Ascórbico 0.3%, Acido Citrico 0.4%, Sal 2%
P3	Acido Ascórbico 0.3%, Acido Citrico 0.4%, EDTA 0.035%

### 3.2. Obtención de la materia prima:

El material de trabajo fue obtenido durante la temporada de cosecha de 1993-1994, 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.

### 3.3. Análisis físicos y químicos de la materia prima:

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

#### 3.3.1. Resistencia 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 pulg de diámetro. Cuando los frutos indicaron una presión de 2.02 libras/pulg<sup>2</sup>, se consideraron con la característica de paltas maduras para consumo y poder ser procesadas (CEBALLOS, 1980).

#### 3.3.2. 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 2 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).

### 3.3.3. 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:  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  y  $\bar{Z}$ . El iluminante usado proviene de una lámpara de tungsteno.

### 3.3.4. Acidez y pH:

La acidez fue medida mediante una titulación con NaOH 0.1 N, el gasto de NaOH se midió hasta llegar a pH 8.2.

El pH se midió con pHmetro en forma directa sobre la solución de pulpa más agua destilada.

### 3.4. Línea de proceso:



FIGURA 1: Pulpa de palta procesada en mitades.

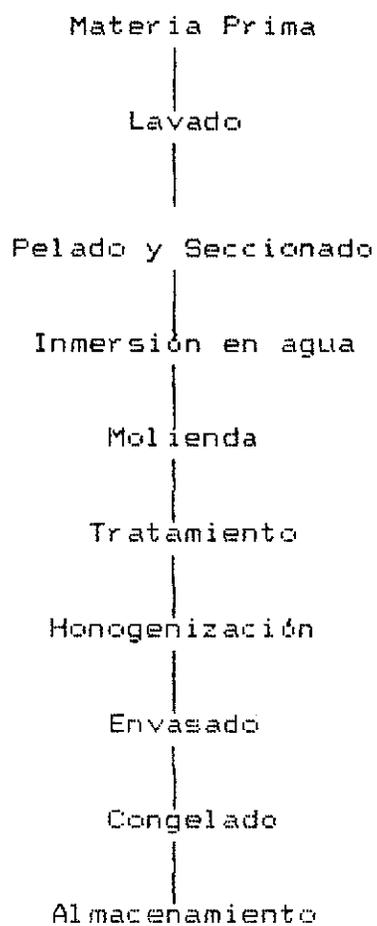


FIGURA 2: Pulpa de palta procesada como puré

### 3.5. Elaboración de la pulpa en puré y en mitades:

Los frutos fueron procesados en los laboratorios del área de Industrialización y Post-cosecha 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.

### 3.6. Envasado y pesado:

Se pesó la totalidad de los frutos a procesar, luego se pesó 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 (puré o mitades), fue de 12 bolsas respectivamente.

### 3.7. 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.

### 3.8. Congelado:

Se utilizaron dos formas de congelado mediante inmersión en nitrógeno líquido a  $-140^{\circ}\text{C}$  durante 90 segundos como en cámara a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Cuadro 10 y 11).

CUADRO 10. Congelado de pulpa de palta en mitades y puré con nitrógeno líquido.

TRATAMIENTOS	
MITAD	PURE
M1	P1
M2	P2
M3	P3

CUADRO 11. Congelado de pulpa de palta en mitades y puré en cámara.

TRATAMIENTOS	
MITADES	PURÉ
M1	P1
M2	P2
M3	P3

### 3.9. Almacenamiento:

Finalmente las muestras se mantuvieron en el congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$  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.

### 3.10. Evaluación sensorial:

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

En las evaluaciones realizadas cada 20 días participó un panel constituido en cada oportunidad por diez jueces, los que

emitieron su juicio según pauta entregada (Cuadro 12).

CUADRO 12. 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	-----
	Aspera	-----
	Gruesa	-----
SABOR	Gusta	-----
	No Gusta	-----
	Desagrada	-----
	Indiferente	-----
	Extraño	-----

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Muestra \_\_\_\_\_

### 3.11. Diseño estadístico:

Se utilizó una adaptación del test no paramétrico de Friedman. 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.

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

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

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

##### 4.1. Contenido de humedad y aceite:

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

A continuación en el Cuadro 13 se muestra los rangos de aceite y humedad de una muestra de doce frutos, escogidos al azar dentro del total de frutos procesados.

CUADRO 13. 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

Se aprecia en estos rangos que existe una relación de inversa proporcionalidad entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad como lo señala CALABRESE (1992); BAEZ (1981); VALDEBENITO (1981), es decir, a mayor contenido de aceite, menor es el contenido de humedad.

Además se observa que los frutos de mayor tamaño serían fisiológicamente más maduros y tendrían contenidos más altos de aceite que los pequeños.

#### 4.2. Rendimiento de la materia prima en la elaboración de congelado.

El rendimiento se muestra en el Cuadro 14, se aprecia que el porcentaje obtenido de un 63% es menor si se compara con las variedades 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 14. 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 1, para la palta Hass es de un 65.3%. Ambos resultados pueden observarse que son similares y bajos.

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 1. Esto se debe principalmente al elevado porcentaje que ocupan en el palta Hass su semilla más la piel (33.8%), porcentaje que no llega más allá de un 21% para Fuerte y un 25.8% para Zutano.

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. Por todas estas características la disminución en el rendimiento se ven compensadas.

Hay que considerar que una disminución en el rendimiento influiría en los costos del producto final, ya que, el rendimiento como producto fresco afecta directamente los rendimientos como producto congelado.

Una de las formas para aumentar los rendimientos en la variedad Hass, sería empleando un sistema mecánico de pelado y pulpado. Donde según ROJAS (1987), los rendimientos aumentan según su estado de madurez en un: 71%, 76% y 81% respectivamente.

#### 4.3. Efecto del color en el congelado:

Para evaluar los resultados de color es necesario graficar su cromaticidad, ésto se consigue con los estímulos o coordenadas tricromáticas X, Y y Z donde:

$$X = \frac{\bar{X}}{\bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z}} \quad Y = \frac{\bar{Y}}{\bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z}} \quad Z = \frac{\bar{Z}}{\bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z}}$$

Para graficar sólo basta con especificar dos de los estímulos, en este caso X e Y. Como lo demuestra el diagrama de cromaticidad de la Comisión Internacional de L'éclairage (C.I.E.), (Figura 3).

En el diagrama todos los colores reales pueden ser graficados dentro de la superficie limitada por la curva, puesto que

pueden considerarse como mezclas en proporciones variables de colores espectrales y en particular de los tres colores espectrales primarios.

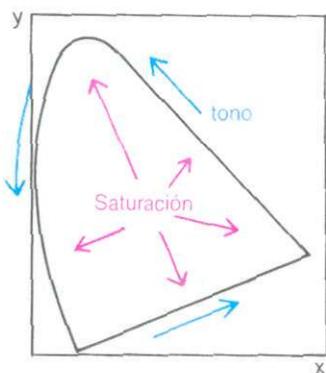
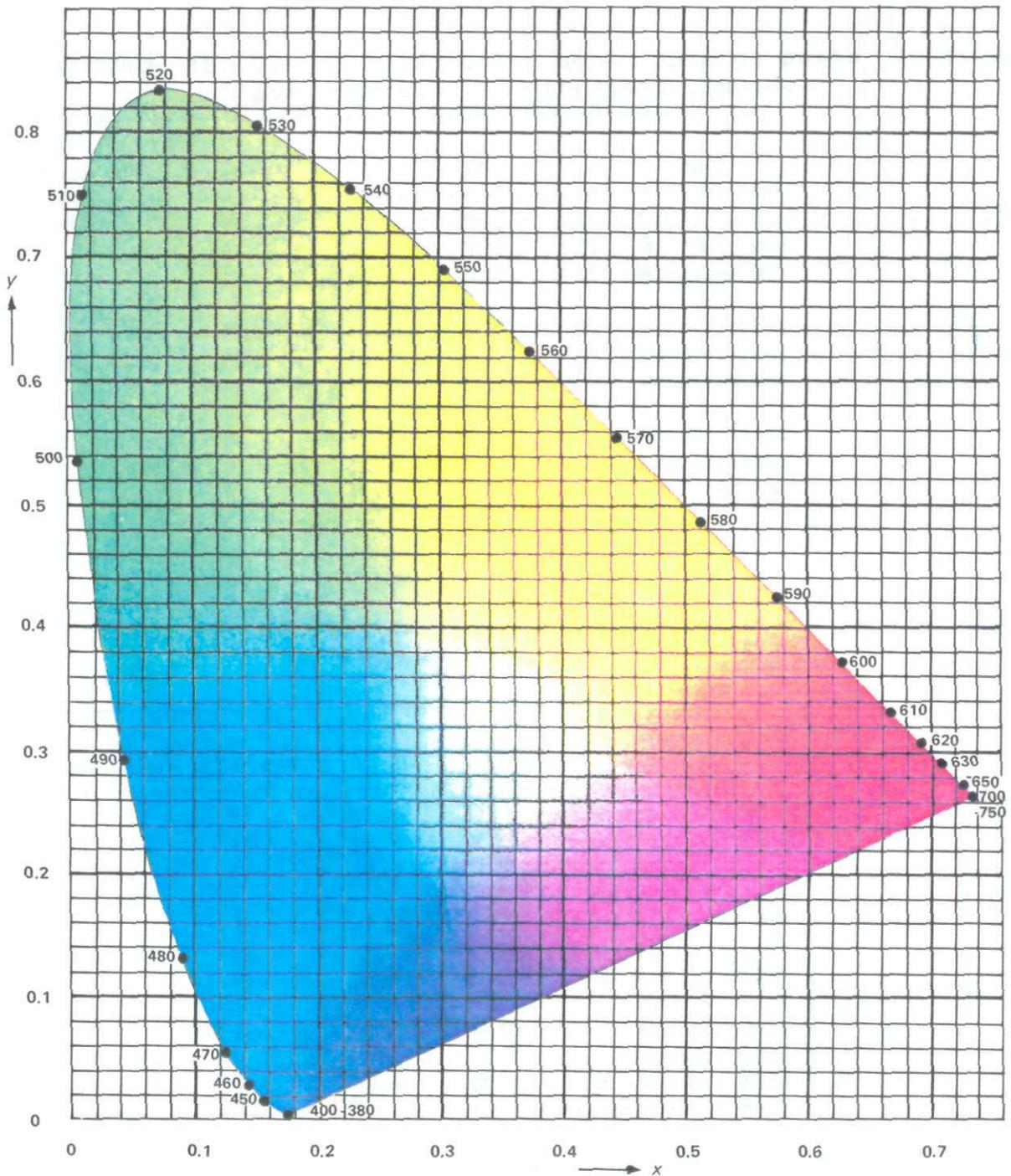
La palta Hass se caracteriza por poseer una pulpa de color verde en su parte exterior y amarilla suave en su parte interior, cercana a la semilla.

La materia prima que se empleó poseía valores de  $\bar{X}$ : 24.50,  $\bar{Y}$ : 28.09 y  $\bar{Z}$ : 10.67, lo que si se lleva al diagrama de cromaticidad da como resultante una coloración amarilla verdosa, en donde, el grado de saturación de ambos colores es reducido. Lo importante de esta coloración es su intensidad lumínica fisiológica (para la visión), para medirla se utiliza el estímulo  $\bar{Y}$ .

El estímulo  $\bar{Y}$  permite determinar la pureza del color, la que es captada por el observador al comparar dos muestras de la misma especie.

En los Cuadros 15 y 16 se observan los valores de  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  y  $\bar{Z}$  obtenidos para la pulpa de palta en forma de puré y congelada por ambos métodos.

Fig. 3: CIE 1931(x, y) — Diagrama de Cromaticidad.



CUADRO 15. Efecto del color sobre puré de palta congelado por inmersión en nitrógeno líquido.

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

CUADRO 16. Efecto del color sobre el puré de palta congelada en cámara.

Forma	Días	Tratamiento	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Z}$	Color
Puré	20	P1	17.30	19.24	6.53	Amarillo verdoso
		P2	17.70	21.03	6.72	Amarillo verdoso
		P3	18.53	21.12	6.51	Amarillo verdoso
	40	P1	17.23	19.26	6.34	Amarillo verdoso
		P2	17.72	19.91	6.04	Amarillo verdoso
		P3	18.55	21.62	7.18	Amarillo verdoso
	60	P1	17.40	19.58	7.02	Amarillo verdoso
		P2	17.61	19.73	6.18	Amarillo verdoso
		P3	18.46	21.19	7.38	Amarillo verdoso

Si llevamos estos valores al diagrama de cromaticidad, se obtiene un color (amarillo - verdoso) de las mismas características que el original de la materia prima.

El utilizar un determinado congelado, ya sea, por inmersión en nitrógeno líquido o en cámara no muestra mayores

diferencias en el color obtenido.

Es así, como para los tratamientos (P1, P2, P3), no existen diferencias notorias para los valores de  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  y  $\bar{Z}$ .

Las muestras congeladas permanecieron 60 días en almacenaje frío, si se comparan los valores de  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  y  $\bar{Z}$  para cada forma de congelado en los Cuadros 15 y 16 a través del tiempo, se aprecia que los valores se mantienen constante, es decir, la coloración no varió durante el tiempo de almacenaje.

Es importante también revisar el valor de  $\bar{Y}$ , si se compara el de la materia prima, con los valores de  $\bar{Y}$  obtenidos para ambos congelados se puede apreciar que, la primera posee mayor luminosidad que la segunda. Se puede decir entonces, que los congelados por ambos métodos poseen la misma cromaticidad que la materia prima, pero su luminosidad (pureza del color) es menor, y es detectado por el observador al compararlas.

Al comparar tratamientos iguales (P1, P2, P3), por ambos métodos de congelación, se puede apreciar que los valores de  $\bar{Y}$  son siempre mayores en el caso del congelado por inmersión nitrógeno líquido que el congelado por cámara. Luego, puede decirse que el primer método de congelación disminuye en menor grado la pureza del color original que el segundo.

Los resultados de cromaticidad  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  y  $\bar{Z}$  para la pulpa procesada en mitades, puede observarse en los Cuadros 17 y

18.

Al igual que en la pulpa como puré el color obtenido es amarillo - verdoso. Los que se mantienen para ambos tipos de congelados similares en el tiempo, por lo que, el almacenaje en frío no altera el color en el tiempo.

CUADRO 17. Efecto del color sobre mitades de palta, congeladas por inmersión en nitrógeno líquido.

Forma	Días	Tratamiento	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Z}$	Color
Mitades	20	M1	13.02	14.60	4.80	Amarillo verdoso
		M2	10.15	10.82	3.02	Amarillo verdoso
		M3	11.60	12.60	4.10	Amarillo verdoso
	40	M1	12.80	14.25	4.76	Amarillo verdoso
		M2	9.59	10.75	3.64	Amarillo verdoso
		M3	11.60	12.51	4.60	Amarillo verdoso
	60	M1	12.51	14.77	4.24	Amarillo verdoso
		M2	12.74	15.74	5.08	Amarillo verdoso
		M3	13.60	12.61	4.24	Amarillo verdoso

CUADRO 18. Efecto del color sobre mitades de palta, congeladas en cámara.

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

Si se comparan los ejes de cromaticidad en los tratamientos (M1, M2, M3) no se evidencian mayores diferencias, para ambos tipos de congelados. Entonces, el tiempo de almacenaje en frío y la forma de congelación no afectan los valores de color.

Con respecto a la pureza del color ( $\bar{Y}$ ), no se obtienen mejores resultados por uno u otro de los sistemas de congelación usados.

La luminosidad de la pulpa 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  $\bar{Y}$  obtenido.

Los valores de  $\bar{Y}$  para puré son también menores al valor de  $\bar{Y}$  para pulpa fresca, pero no considerablemente bajos como lo son en las mitades.

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 sólo se retardarán.

El fuerte pardeamiento que sufrió la pulpa en mitades se debió principalmente a la falta de inactivación de la enzima

PPQ, 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.

El pardeamiento observado también puede ser atribuido, a la existencia de oxígeno, por no usarse un sellado al vacío.

Y por último, a la pérdida natural de ácido ascórbico que sufre el producto al ser congelado.

Como posibles soluciones para el proceso de pulpa en mitades, se sugiere aumentar al 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.

#### 4.4. 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 (Cuadro 19 y 20).

El pH obtenido en la pulpa congelada como puré varía en un

rango de (4.79 - 5.45) para ambas formas de congelado.

Si se observan los valores de pH en el tiempo, puede apreciarse que éstos varían levemente, tanto para el congelado por inmersión en nitrógeno como para el congelado en cámara.

No existiendo una tendencia en estos valores que indique cuál de las dos formas de congelado es más ácida. Por el contrario, la variación entre una forma y otra es muy reducida.

CUADRO 19. Efecto del pH y acidez sobre puré de palta, congelado por inmersión en nitrógeno líquido.

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

CUADRO 20. Efecto del pH y acidez sobre el puré de palta, congelado en cámara.

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

La pulpa congelada en mitades tiene pH mayores (5.17 - 6.80) en comparación a la pulpa congelada como puré. Los valores de las mitades tienden al neutro, debido a la mala penetración que tienen los antioxidantes hacia el interior del fruto, posiblemente por el alto contenido de aceites que posee, que impide la acción de las soluciones de antioxidantes hacia el interior (Cuadros 21 y 22).

La forma de congelado no varía el pH durante el almacenaje en frío, y sólo se observan leves fluctuaciones en ambos tipos de congelados.

La pulpa congelada en mitades, al igual que la pulpa congelada como puré no posee una tendencia clara de cual de los dos métodos de congelados varía en menor grado el pH.

CUADRO 21. Efecto del pH y acidez sobre mitades de palta congeladas por inmersión en nitrógeno líquido.

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

CUADRO 22. Efecto del pH y acidez sobre mitades de palta, congeladas en cámara

Forma	Días	Tratamiento	pH	Acidez (%) Cítrica
Mitades	20	T3	5.38	0.08
		T4	6.63	0.06
		T5	6.75	0.04
		T7	5.88	0.06
		T8	6.14	0.07
		T9	5.96	0.08
	40	T3	5.40	0.08
		T4	6.50	0.05
		T5	6.70	0.04
		T7	6.00	0.09
		T8	6.02	0.03
		T9	5.74	0.08
	60	T3	5.25	0.11
		T4	6.60	0.05
		T5	6.80	0.03
		T7	5.89	0.06
		T8	6.10	0.07
		T9	5.80	0.07

La acidez fue medida en términos de acidez cítrica, para ambas modalidades de congelado de pulpa.

Ya sea para la pulpa congelada en mitades como en puré, los valores de acidez son bajos. Fluctuando para el congelado en forma de puré en un (0.10% - 0.25%) y para el congelado en forma de mitades en un (0.03% - 0.12%).

La acidez, en general, independiente del método de congelado se mantiene constante durante el almacenaje en frío y dentro de los mismos rangos para ambas formas de congelado.

Los valores de pH y acidez pueden considerarse como normales dentro de la agroindustria para la conservación de alimentos, como es el caso de apertizados y congelados. Donde mediante el empleo de ácidos se disminuye el pH para preservar los alimentos impidiendo reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático, como también la acción de microorganismos contaminantes.

#### 4.5. Evaluación sensorial:

El producto procesado en forma de mitades o de puré bajo diferentes formulaciones de antioxidantes, y congelado con nitrógeno líquido o en cámara, fue evaluado cada 20 días por los jueces, los que establecieron en cada oportunidad diferencias en lo que se refiere a: apariencia, color, textura y sabor.

Con respecto al producto procesado en forma de mitades y congelado por inmersión en nitrógeno líquido como se aprecia en el Cuadro 23, se puede observar que en cuanto a apariencia, color y sabor en las tres degustaciones realizadas, no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos que indiquen cual es mejor que el otro, por el contrario, el rango en que se ubican es bajo.

Sólo en lo que involucra a la textura se aprecia que, el tratamiento 2 y 3 son significativamente similares y mejores que el tratamiento 1 en la primera y tercera degustación.

En la segunda degustación con respecto también a la textura se observa que el tratamiento 3 es significativamente mejor que los otros dos.

**CUADRO 23.** Resultados de mitades de paltas congeladas por inmersión en nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	M 3    a	M 3    a	M 2    a	M 2    a
	M 2    a	M 2    a	M 3    a	M 3    a
	M 1    a	M 1    a	M 1    b	M 1    a

Segunda degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	M 3    a	M 3    a	M 3    a	M 3    a
	M 2    a	M 2    a	M 2    b	M 2    a
	M 1    a	M 1    a	M 1    b	M 1    a

Tercera degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	M 3    a	M 3    a	M 3    a	M 3    a
	M 2    a	M 2    a	M 2    a	M 2    a
	M 1    a	M 1    a	M 1    b	M 1    a

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

Los tratamientos de mitades de paltas y congeladas en cámara como se muestra en el Cuadro 24 no poseen ninguna diferencia significativa en lo que respecta a color, textura y sabor en las tres degustaciones realizadas. Ubicándose estos resultados en rangos bajos al igual que en el Cuadro 23.

La apariencia sólo en 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 24.** Resultados de mitades de paltas congeladas en cámara, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 3    a	M 3    a	M 3    a	M 3    a
M 2    b	M 2    a	M 2    a	M 2    a
M 1    b	M 1    a	M 1    a	M 1    a

Segunda degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 3    a	M 3    a	M 3    a	M 3    a
M 2    a	M 2    a	M 2    a	M 2    a
M 1    a	M 1    a	M 1    a	M 1    a

Tercera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 2    a	M 3    a	M 2    a	M 2    a
M 3    a	M 2    a	M 3    a	M 3    a
M 1    a	M 1    a	M 1    a	M 1    a

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

En el Cuadro 25, se puede observar a los tratamientos de mitades de palta congelados por ambos métodos.

La apariencia resulta ser no significativa para ninguno de los tratamientos en las segunda y tercera degustación, si no más bien igual, para todos los tratamientos dentro del rango más bajo de evaluación.

Sólo se observa que en la primera degustación 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 parecido, donde en la segunda y tercera degustación no se observan diferencias significativas entre tratamientos, sino por el contrario todos poseen el mismo bajo nivel de aceptación.

El color en la primera degustación es significativamente igual para los tratamientos 3 congelado en cámara, 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, sino por el contrario, todos están ubicados en un rango bajo de aceptación.

CUADRO 25. Resultados de mitades de paltas congeladas en cámara y con nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 3* a	M 3 a	M 3* a	M 3* a
M 2* a	M 3* a	M 3 a	M 3 a
M 3 b	M 2* a	M 2 a	M 2 a
M 1* b	M 2 b	M 2* a	M 2* a
M 2 b	M 1* b	M 1 a	M 1* a
M 1 b	M 1 b	M 1* a	M 1 a

Segunda degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 3* a	M 3* a	M 3* a	M 3* a
M 3 a	M 3 a	M 2* a	M 3 a
M 2* a	M 2* a	M 3 a	M 2* a
M 1* a	M 2 a	M 2 a	M 2 a
M 2 a	M 1* a	M 1* a	M 1* a
M 1 a	M 1 a	M 1 a	M 1 a

Tercera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
M 3* a	M 3* a	M 3 a	M 3* a
M 3 a	M 2* a	M 3* a	M 3 a
M 2 a	M 3 a	M 2* a	M 2 a
M 2* a	M 2 a	M 2 a	M 2* a
M 1* a	M 1* a	M 1 a	M 1 a
M 1 a	M 1 a	M 1* a	M 1* a

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

Podríamos decir que en general, la pulpa de palta elaborada en mitades independiente del tipo de antioxidantes usados y de la forma en que fueron congeladas no da resultados significativos entre las degustaciones, que orienten a usar un determinado tratamiento y forma de congelación, si no más bien, los resultados son poco alentadores (con un rango de baja aceptación) para todos los tratamientos, no existiendo una tendencia clara hacia alguno en particular.

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

Los métodos de congelados usados no resultan inadecuados según: BENSON (1963); UBANEK (1966); INTEC/CORFO (1979); RODRIGUEZ, (1988); pero hay que mejorar el sellado (al vacío), utilizar nuevos antioxidantes como alginato de calcio (para la textura) y ácido acético.

Los resultados de pulpa de palta procesada en puré y congelada con nitrógeno líquido, se muestran en el Cuadro 26. Se aprecia que en cuanto a 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 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, además el tratamiento 3 posee EDTA que aunque en pequeña concentración fue detectado.

**CUADRO 26.** Resultados de puré de patatas congeladas por inmersión en nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	P 2 a	P 2 a	P 2 a	P 2 a
	P 3 a	P 3 a	P 3 a	P 1 b
	P 1 a	P 1 a	P 1 a	P 3 b

Segunda degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	P 3 a	P 3 a	P 2 a	P 2 a
	P 2 a	P 2 a	P 3 b	P 1 b
	P 1 a	P 1 a	P 1 b	P 3 b

Tercera degustación	Apariencia	Color	Textura	Sabor
	P 2 a	P 2 a	P 2 a	P 2 a
	P 3 a	P 3 a	P 3 b	P 1 b
	P 1 a	P 1 a	P 1 b	P 3 b

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

En el Cuadro 27, 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).

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

Primera degustación	Apariencia		Color		Textura		Sabor	
	P 2	a	P 2	a	P 2	a	P 2	a
P 3	a	P 3	a	P 3	a	P 3	b	
P 1	b	P 1	a	P 1	a	P 1	b	

Segunda degustación	Apariencia		Color		Textura		Sabor	
	P 3	a	P 3	a	P 3	a	P 2	a
P 2	b	P 2	a	P 2	b	P 1	b	
P 1	b	P 1	a	P 1	b	P 3	b	

Tercera degustación	Apariencia		Color		Textura		Sabor	
	P 2	a	P 2	a	P 2	a	P 2	a
P 3	a	P 3	a	P 3	a	P 1	b	
P 1	b	P 1	a	P 1	a	P 3	b	

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

En el Cuadro 28, se muestran los resultados de los tratamientos de puré de palta congelado por ambos métodos.

En él se aprecia que en lo que se refiere a apariencia en la segunda y tercera evaluación no se observan diferencias significativas entre los tratamientos y el nivel de aceptación por parte de los panelistas es 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 se 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 significativas en cuanto a la aceptación para iguales tratamientos, ya que, por uno u otro método los resultados son muy similares en cuanto a apariencia, color, textura y sabor.

**CUADRO 28.** Resultados de puré de paltas congeladas en cámara y con nitrógeno líquido, obtenidos al 95% de confianza.

Primera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
P 2* a	P 2* a	P 2 a	P 2* a
P 2 a	P 2 a	P 2* a	P 2 a
P 3* b	P 3* a	P 3* b	P 1 b
P 3 b	P 3 a	P 3 b	P 1* b
P 1* b	P 1* a	P 1* b	P 3* b
P 1 b	P 1 a	P 1 b	P 3 b

Segunda degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
P 2* a	P 2* a	P 2* a	P 2* a
P 3* a	P 3* a	P 3* a	P 2 a
P 2 a	P 2 a	P 2 a	P 1 b
P 3 a	P 3 a	P 3 a	P 1* b
P 1* a	P 1* a	P 1* a	P 3 b
P 1 a	P 1 a	P 1 a	P 3* b

Tercera degustación

Apariencia	Color	Textura	Sabor
P 2* a	P 2* a	P 2* a	P 2* a
P 2 a	P 2 a	P 2 a	P 2 a
P 3* a	P 3* a	P 3* a	P 1* b
P 1* a	P 3 a	P 1* a	P 1 b
P 3 a	P 1* a	P 3 a	P 3 b
P 1 a	P 1 a	P 1 a	P 3* b

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; el procesar pulpa de palta, 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 una más sofisticada 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 logra un producto lo más natural posible, conservando características de calidad.

## 5. CONCLUSIONES

- 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.

## 6. RESUMEN

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, se realizó una investigación con el fin de evaluar el comportamiento como producto congelado en palta (Persea americana Mill) variedad Hass bajo distintas formulaciones.

La pulpa fue procesada bajo dos modalidades diferentes: mitades y puré de palta, empleándose dos métodos de congelación para ambas modalidades: congelado con nitrógeno líquido y congelado en cámara.

Los antioxidantes utilizados en los distintos tratamientos fueron: ácido ascórbico, ácido cítrico, sal y EDTA, los cuales fueron mezclados en proporciones variables de éstos.

Los productos fueron mantenidos en almacenaje a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 60 días, lapso durante el cual fue sometido a evaluaciones periódicas en cuanto a pH, acidez, color y evaluación sensorial.

Los resultados obtenidos indican que la modalidad de pulpa procesada en mitades no presentó efectos de conservación con ninguno de los tratamientos utilizados, indiferente a la forma de congelación empleada. Observándose fuertes síntomas de pardeamiento sobre las mitades.

Por el contrario, todos los tratamientos en puré de palta en ambas formas de congelación mostraron un efecto positivo en la conservación, manteniéndose los índices de calidad (color, pH, acidez, evaluación sensorial).

## 7. LITERATURA CITADA

- ACHONDO, J.P. 1991. Principios básicos y equipos de congelación. Fundación Chile. Santiago, Fundación Chile. pp 5.1 - 5.5.1.
- AGUDELO, C. 1993. Conservación de pulpa de palta. Alimentos 18(4): 11 - 14.
- ARATA, N y YUNISIC, M. 1983. Industrialización de la palta. El Campesino (12): 36 - 39.
- BAEZ, G. 1981. Efecto de la última etapa de la madurez fisiológica y periodo de ablandamiento de paltas (Persea americana Mill) cv. Bacon, Edranol, Fuerte; sobre su contenido de aceite, su correlación con el contenido de humedad y la composición de ácidos grasos del aceite. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77 p.
- BAILE, J and JOUNG, R. 1971. The avocado pear. In: Hulme, A.C. The Biochemistry of Fruit and their Products. Acad. Press. London and Y.Y: 1-63.
- BARROS, R. 1992. The chilean avocado industry. University of California, Riverside A.H. World Avocado Congress II. California, 21-26 de Abril

1992. pp639-641 (Vol 2).

BEDROSIAN, K; NELSON, A; STEINBERG, MP. 1959. Effect of borates and other inhibitors on enzymatic browning in apple tissue I. Food Technonology 13:722 - 726.

BENSON, E.J, 1963. Process of preparin and packaging frozen avocados. US Patent 3.398.001.

BRAVERMAN, J. 1978. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Ed. Omega S.A. Barcelona I edición. 355p.

BRENAN, J; BUTLERS, J; COWELL, N; LILLY, A. 1980. Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos. Zaragoza, Acribia. 70p.

CALABRESE, F. 1992. El aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249 p.

CARBALLO, M.S. 1982. Formulación de un producto en base a palta. Tesis Ing. Bioquímico. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería. 128p.

CARLES, L. 1982. Comment résoudre les excédents fruitiers. Lastabilisation por la congelation. L'Arboriculture Fruitiers 337 (Mars): 54 - 56.

- CEBALLOS, M.S. 1977. Prevención de palta (Persea americana Mill) variedad Fuerte, mediante el uso de aditivos químicos y bajas temperaturas. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 103.p.
- CORTEZ, R; GONZALEZ, Z; PENNACCHIOTTI, M; PARRAGUIRRE, A. 1971. Estudio de las condiciones químicas y tecnológicas para una posible industrialización de la palta. Rev. A.T.A. XXII(2):295 - 330.
- CRUESS, W and HARROLD, E. 1928. Investigations on the utilization of cull avocados. Yearb. of de California. Avocado. Assoc: 34 - 38.
- DESROSIER, N. 1971. Conservación de alimentos. Compañía Continental S.A. México. 468p.
- DOSSAT, R. 1970. Principios de refrigeración. México, Cecca. 200p.
- GARCIA, R; ANDRADE, J; ROLZ, C. 1975. Effect of temperature and heating time on detection of off-flavor in avocado past. J. Food Scientific 40:200.
- GARDIAZABAL, F y ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota. 201p.

- GOMEZ, R y BATES, R. 1970. Storage deterioration of freeze-dried avocado puree and guacamole. *J. Food Scientific* 35(4).
- HAENDLER, L. 1965. L'huile d'avocat et les produits dérivés du fruit. *Fruits*. 20(2): 40 - 57.
- HEID, J and JOSLYN, M. 1967. Fundamentals of food processing operations ingredients, methods and packaging. Connecticut, the Aviaplublishing Company. 729p.
- HUGUET, C y KAPLANER, U. 1984. Estudio tecnológico para la formulación de un producto a base de paltas y su conservación por medio de la congelación y liofilización. Tesis Ing. Alimentos, Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales. 102 p.
- INTEC/CORFO. 1979. Industrialización de la palta. Informe técnico. Archivo de Corfo. Santiago, 13 p.
- KAHN, V. 1977. Some biochemical properties of polyphenoloxidase from two avocado varieties differing in their browning rates. *J. Food Scientific* 42(38).

- LIME, B. 1969. Preparation and storage of freezedried avocado salad. Food technology 23:317 - 320.
- MAEFIC, G and STAHL, A. 1955. Investigations on the utilization of cull avocodos. Proc. Fla. Horticulture. Soc. 68:136 - 137.
- MEXICO, A.I.D. 1968. Como proteger nuestros alimentos. México, U.T.E.H.A. 54 p.
- MURPHY, K. 1992. Ripe revolution. World avocado Congress II. California, 21 - 26 Abril 1992. pp 19 - 23 (Vol 1).
- NIECKERSON, J. and KAREL, M. 1964. Preservation of foods by freezing. In: Joslyn, Mand lteid, J. Food Processing operations. V3. Wesport Connecticut, the Avi. Publ.
- ODEPA. 1992. Estadísticas Silvoagropecuarias 1987 - 1992. Santiago, Ministerio de Agricultura. 227p.
- OLAETA, J. 1991. Procesamiento de frutas subtropicales. La Palma 4 (1) : 17 - 22
- OLHAGARAY, J. 1989. Cadena de frío y calidad de frutas y hortalizas congeladas. Fundación Chile. Santiago, Fundación Chile. pp. 1 - 7.

- PENNAEK, W; SOTO, T; ABRAMS, R; GANDIA, R; PEREZ, A; JACKSONG. 1963. Variedades selectad de aguacate de Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, P. Rico. Bolentín 172.
- PONTING, J.D. 1960. The control of enzymatic browning of In "Food Enzimes" ed. Schultz, H.W. Cap. 9: 105 - 135.
- POTTER, N. 1970. La ciencia de los alimentos. México, Edutex. 749 p.
- REED, G. 1966. Enzyme in food processing. Academy Press New York and London, Edition 1966. 176 - 196p.
- RODRIGUEZ, R.; RAINA, B; PANTASTICO, Er. B; BHATTI, M. 1979. Calidad de las materias primas para procesar. In: Pantástico, Er. B. ed. Fisiología de la Post-recolección, Manejo, Utilización de Frutas Hortalizas Tropicales y Subtropicales. México, C.E.C.S.A.: 557 - 597.
- ROJAS, C. 1987. Efecto del estado de madurez sobre el congelado en pulpa de palta (pasta y rodelas) cv. Bacon, Edranol, Fuerte, Hass y Zutano. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad

Católica de Valparaíso, Facultad de  
Agronomía. 47p.

SCHMIDT - HEBBEL, H. 1969. Valoración de los principales  
sustratos causantes del pardeamiento  
enzimático y estudio de la PPO en manzanas  
cultivadas en Chile. Uso de Inhibidores  
químicos en la Tecnología de esta Fruta.  
ATA, 9(2).

SCHMIDT HEBBEL, H. 1981. Ciencia y Tecnología de los  
alimentos. Alfabeta Editores, Santiago.  
265p.

STEPHENS, T.S. and GRIFFITHS, F. 1957. Preparation of a  
frozen avocado mixture for guacamole. J. Río  
Grande Valley Hort. Soc. 12:81 - 87.

STEPHENS, T.S. 1958. The effect of thickening agents in  
reducing the watery separation of frozen and  
thawed guacamole products. J. Río Grande  
Valley Hort. Soc. 12:81 - 87.

SLATER, G.G. 1975. Seasonal variation in the composition of  
California avocados. J. Agric. Food. Chem.  
23(3): 468 - 474.

UNDERKOFER, L. 1969. Enzyme in handbook of food additives.  
Chemical Rubber Company Press.

- URBANEK, J. 1966. Delicate avocado. Yields to liquid nitrogen freezing. Canner/Packer.
- VALDEBENITO, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (Persea americana Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 48p.