

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA ÁREA DE  
FRUTICULTURA

TALLER DE TITULACIÓN

EVALUACIÓN DE CONGELADO EN PALTA (*Persea americana* Mili),  
EN LOS CULTIVARES FUERTE, HASS, EDRANOL Y BACON  
BAJO DISTINTAS FORMULACIONES

ROSA ESTER VALENZUELA REYES

QUILLOTA - CHILE

1996

# ÍNDICE DE MATERIAS

1.0.- INTRODUCCIÓN

2.0.- OBJETIVOS

3.0.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1.0.- Pardeamiento Enzimático

3.2.0.- Rancidez

3.3.0- Antioxidantes

3.3.1.- Ácidos

3.3.2.- Sales Halógenas

3.4.0.- Alternativas de Industrialización de la palta

3.4.1- Congelación

3.5.0.- Cambios en el producto durante el almacenaje en frío

3.6.0.- Calidad del producto

4.0- MATERIAL Y MÉTODO

4.1.0.- Obtención de la materia prima

4.1.1 - Descripción del proceso de elaboración de pulpa  
congelada de palta

4.2.0.- Análisis físicos y químicos de la materia prima

4.2.1 - Contenido de Humedad y de Aceite

4.2.2.- Color

4.2.3.- pH y Acidez

4.3.0- Evaluaciones

4.4.0.- Diseño Estadístico

5.0.- PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.0.- Análisis de pH y de Acidez

5.2.0.- Análisis Sensorial

5.3.0.- Análisis objetivo del color

6.0.- CONCLUSIONES

7.0.- RESUMEN

8.0.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

## 1.0- INTRODUCCIÓN

La palta (*Persea americana* Mill.) es un fruto altamente apreciado por sus características sensoriales y nutricionales. Se usa principalmente para consumo fresco en ensaladas y platillos en México, Sudamérica, E.E.U.U. y Europa. Además, es utilizada en algunos cosméticos y productos farmacéuticos.

En Chile, el palto es una de las especies más plantadas en los últimos años, después de la uva de mesa, manzanos y kiwis, con una superficie de 10.048 ha (CIREN-CORFO. 1993). Del total de la producción, un 70 % se destina a consumo interno, mientras que el restante 30 % se destina a exportación; éstos volúmenes son variables de acuerdo al nivel de producción de la temporada, aunque existe una tendencia hacia el aumento, como se puede apreciar en el siguiente cuadro :

Cuadro 1 - EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE PALTA

Temp	1991/1992	24.023.707	KN
	1992/1993	11.958.029	KN
	1993/1994	3.109.006	KN
	1994/1995	28.719.867	KN
	1995/1996	42.084.174	KN.

Fuente: FEDEFRUTA, 1996.

Debido al aumento en la superficie plantada , en un futuro también se producirá un incremento en la producción para poder hacer frente a esta sobre producción, en cuanto a consumo fresco nacional, se está promocionando su consumo a través de todo el país y en exportaciones, se están negociando nuevos mercados en EEUU, Sudamérica, Europa y Asia Pacífico (Fedefruta, 1996).

Otra alternativa de consumo corresponde a la industrialización, lo que también favorecería el acceso de este producto a zonas lejanas, donde, por la perecibilidad del producto, su consumo es escaso o esporádico.

Entre las posibles alternativas de procesamiento, se consideran, entre otros: el congelado, refrigerado, deshidratado y enlatado. Una técnica que ha tenido buenos resultados es la conservación por congelado, combinada con el uso de aditivos para reducir el oscurecimiento del fruto (oxidación) que es el principal obstáculo para mantener la calidad del producto.

Esta técnica permite preservar durante un tiempo prolongado, la calidad de productos alimenticios, ya que, al disminuir la temperatura, se reduce la velocidad de las reacciones que deterioran las características físicas y químicas del producto. Para lograr óptimos resultados es necesario considerar que la congelación sólo se puede utilizar en la medida que existan instalaciones adecuadas para el proceso, en virtud de que el producto se debe mantener sin interrupción a una temperatura de almacenaje (-20°C) hasta el momento del consumo.

Diversos autores han realizado investigaciones sobre el congelado de paltas y han obtenido buenos resultados; sin embargo, la mayoría de estos estudios se han realizado con la variedad Hass, que es la más importante en cuanto a superficie y producciones de nuestro país; por ello, es necesario complementar esta información con el comportamiento de otras variedades en tratamientos similares, es decir, determinar el tiempo de duración , cantidad de antioxidantes necesarios para evitar un pardeamiento enzimático, con el fin de obtener un producto de óptimas condiciones de calidad y determinar, además, niveles de aceptación de distintas variedades.

## 2.- OBJETIVOS

Según lo anteriormente expuesto y que está orientado hacia la calidad final del alimento que se obtiene del proceso de congelado de paltas, es que se pueden establecer los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de los cultivares *Fuerte*, *Hass*, *Edranol* y *Bacon* sobre la calidad de pulpa como puré y trozos congelados.
- Evaluar el efecto del tiempo de almacenaje sobre la calidad final de la pulpa congelada en los cultivares *Fuerte*, *Hass*, *Edanol* y *Bacon*, cosechados con un índice de madurez.
- Evaluar diferentes dosis de aditivos sobre la calidad de pulpa congelada de los cultivares *Fuerte*, *Hass*, *Edranol* y *Bacon*.

### 3.0.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1.0- 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 son parte de ella, por lo que se les denomina catalizadoras. La presencia de las enzimas siempre implica pérdida de nutrientes y de calidad, ya que en general dan origen a compuestos de color oscuro (AID, 1968.)

Para que ocurra pardeamiento enzimático es necesaria la presencia de tres componentes: oxígeno, enzima y sustrato oxidables como: tirosina, catecol, ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido gálico, hidroquinonas antocianos o flavonoides. Es por ello la diferencia de los alimentos que no se pardean, es que presentan este tipo de sustratos (SCHMIT-HEBBEL, 1981)

El pardeamiento enzimático se produce principalmente por la acción de la enzima Polifenoloxidasasa (PPO), proteína cúprica que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, estas quinonas prosiguen su oxidación con el oxígeno del aire

sobre el tejido hasta formar compuestos oscuros de tipo melanoide por polimerización (SCHMIT-HEBBEL, 1981).

En el proceso de industrialización de la palta, por congelación, el pardeamiento enzimático causado por la PPO es el principal problema de calidad, ya que la palta es un substrato muy susceptible (YXJNISIC, 1978 ). La enzima altera la apariencia e induce cambios en el aroma y sabor ( CEVALLOS 1980 ; POTTER, 1970).

Por esto, la congelación de frutos sensibles a pardeamiento necesitan un tratamiento preliminar para evitar el pardeamiento en palta (BRAVERMAN, 1978). El cual puede ser la inactivación de la enzima mediante un tratamiento térmico (escaldado) ; sin embargo este método produce en la palta la liberación de algunos compuestos aromáticos y sabores desagradables en el producto (CEBALLOS 1980).

Otra forma de inactivar la enzima es por medio de agentes antioxidantes como el ácido ascórbico, ác. cítrico ,lo cual es posible debido a que el pH de actividad óptima de la PPO se sitúa entre 6.0 - 6.5, por lo que con pH cercanos o menores a 3.0, su actividad se ve afectada.

### 3.2.0- Rancidez

La grasas y los aceites de los alimentos pueden estar particularmente expuestos a la oxidación, que se denomina rancidez y puede ocurrir sin la presencia de enzimas.

Como resultado de rancidez son comunes los malos sabores y olores a sebo, pintura, quemado, pescado, hierba y otros (A.I.D.,1968).

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

- 1) Rancidez Biológica, causada por microorganismos vivos.
- 2) Rancidez Estónica, oxidación de ácidos grasos saturados,
- 3) Rancidez Oxidativa, que es una oxidación de ácidos grasos no saturados, como el oleico, linoleico y linolénico.

La rancidez es un problema común en casi todas las investigaciones acerca de la conservación de pulpa de palta, que puede ser del tipo biológica u oxidativa . Aunque se considera a la rancidez de tipo oxidativa como la de mayor importancia, muchas veces es difícil la eliminación del oxígeno dentro del envase; por el contrario, la rancidez de tipo biológica, generalmente, depende sólo de la buena higiene con que se trabaje.

### 3.3.0.- Antioxidantes

Un sistema oxidante necesita la presencia de tres componentes: enzima, oxígeno y sustrato, no obstante, en la práctica, la eliminación total del oxígeno es perjudicial para

el sustrato, por lo que se recomienda una eliminación parcial con el fin poder disminuir la oxidación. Otro recurso es el empleo de antioxidantes que disminuyan la oxidación, actuando a nivel de enzimas, por ello previenen el pardeamiento enzimático.

Estos compuestos se utilizan ampliamente para prevenir el pardeamiento enzimático, además de la rancidez de aceites y grasas, que se producen por la acción de las enzimas y radicales libres, los cuales originan cambios muy desagradables en la palatabilidad de los alimentos (BRAVERMAN, 1978)

Entre los antioxidantes, los compuestos más usados son los sulfitos a los cuales le siguen los ácidos tanto orgánicos como inorgánicos. El uso de los sulfitos está restringido en países como EEUU, debido a que se ha advertido que estos compuestos pueden figurar como iniciadores de problemas respiratorios, principalmente en personas que padecen de asma (IFT, 1986). Por tal razón, es necesario recurrir a otras alternativas, como son los ácidos.

### 3.3.1- Ácidos

Entre ellos, el más utilizado para el control del pardeamiento enzimático es el ácido ascórbico, tanto levo 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 sustrato natural a quinonas, las cuales son reducidas por el ácido nuevamente a los fenoles originales, por lo que su acción se puede describir como reductora. Todo el proceso va acompañado de una disminución de la enzima que finalmente cesa. Cuando el ácido ascórbico se ha transformado en su totalidad a dehidroascórbico, ya no puede seguir reduciendo a las quinonas, de manera que al haber una saturación, las quinonas continúan su oxidación hasta la formación de melanoides (SCHMIT-HEBBEL, 1981).

El ácido ascórbico es uno de los antioxidantes que más se usa en frutas y verduras; su empleo presenta las siguientes ventajas (SCHMIT-HEBBEL, 1969):

- es constituyente natural de los vegetales.
- no afecta la textura del producto y no imparte olores indeseables.
- es fácilmente detectable por análisis químicos y biológicos
- se mezcla fácilmente con el sabor de la fruta.
- incrementa el valor nutritivo del producto tratado.
- su consumo no presenta riesgos para la salud del hombre, ya que el exceso en el organismo es eliminado por la orina.

El ácido cítrico es otro aditivo ampliamente usado como inhibidor; dadas sus características acidulantes, presenta una gran distribución entre los vegetales, es muy soluble al agua, tiene gran poder de acomplejamiento con el cobre, grupo prostético

de la PPO, por lo que su interacción es directa con el complejo enzimático al inhibir su actividad. Además, es un efectivo agente sinergista del ácido ascórbico, lo que permite disminuir la cantidad de éste manteniendo su efecto inhibitorio. (UNDERKOFLEER, 1969; SCHMIT-HEBBEL, 1981)

### 3.3.2- Sales Halógenas

La más utilizada es el cloruro de Sodio (NaCl), la cual se caracteriza por impedir la acción de la PPO frente al ácido clorogénico. Una inmersión en solución acuosa diluida de NaCl al 0.3 % se usa, principalmente, cuando se quiere evitar por corto tiempo el oscurecimiento de frutas peladas, antes de ser sometidas al proceso de congelado.

La sal tiene, además, la ventaja de ser el inhibidor más económico que existe; sin embargo, se caracteriza, a la vez, por ser el más débil de todos los utilizados e impartir un desagradable sabor a salado cuando se usan concentraciones muy altas (SHMIT-HEBBEL, 1981).

### 3.4.0.- Alternativas de Industrialización de la palta

La palta es un fruto que se caracteriza por sus variados usos tanto a nivel farmacéutico y cosmetológico como a nivel nutricional, siendo este último el más importante, por su valor nutritivo y particular composición.

El hábito de consumo de palta es en estado fresco, en la mayoría de los casos salada para emparedados y ensaladas, entre otros. Otra forma de consumo es en galletas o azucarada como ingrediente de leches, helados con adición de licores secos y fuertes (FERSINI, 1975).

Considerando sus amplios usos, y al conocerse mejor su alto nivel alimenticio, ha de desempeñar un papel mucho más importante en la dieta humana. Por esta razón se plantea la alternativa de procesar pulpa de palta en diversas formas, aunque algunos autores coinciden en que es un alimento difícil de procesar (LIME, 1969; CARVALLO Y SCHAFFELD, 1983). A pesar de que se han realizado diversos estudios sobre conservación e industrialización de la fruta, la gran mayoría de éstos no han tenido éxito, debido a las características propias de la misma, entre las que es posible mencionar el oscurecimiento enzimático de la pulpa, y además la generación de olores y sabores extraños como resultado de la aplicación de tratamientos térmicos. Estos factores han limitado, en gran medida, la aplicación de métodos que han sido utilizados para el procesamiento de otras frutas (RODRÍGUEZ, 1989)

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, los diversos estudios realizados para prolongar la vida útil de la palta se han orientado hacia la aplicación de técnicas de conservación basadas en la congelación y deshidratado, principalmente (RODRÍGUEZ 1989). Sin embargo, según ARTHEY Y DENNIS (1992), para el

caso de un almacenaje a largo plazo, que va de meses hasta años, las principales técnicas de conservación son el enlatado y el congelado, en ésta última el producto se enfría a temperaturas menores a  $-20^{\circ}\text{C}$  para luego mantenerse en ella. La congelación suele ser preferida al enlatado, porque las alteraciones de los tejidos, tales como el reblandecimiento y cambios de color, son menos intensos.

#### 3.4.1 - Congelación

La técnica de congelado se basa en que, al disminuir la temperatura a niveles de  $-20^{\circ}\text{C}$ , se inhibe el crecimiento y desarrollo de cualquier microorganismo, a la vez que disminuye la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas del producto, mientras que las reacciones metabólicas celulares se paralizan completamente, conservando durante un tiempo prolongado la calidad del producto alimenticio (OLHAGARAY, 1989. CHEFTEL-CHEFTEL and BES ANCÓN, 1976).

En general, este método mantiene en forma adecuada las propiedades de la materia prima, pero es necesario considerar que la congelación sólo se puede usar 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 ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) hasta el consumo (OLAETA, 1991).

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 postcosecha previo al proceso, y las operaciones de acondicionamiento del producto antes de congelar, como es el caso de lavado, pelado, adición de antioxidantes y preservantes.
- b) - Congelación: corresponde al tipo de congelación y la velocidad con que se llevará a cabo, lo que determina el tamaño de los cristales de hielo que se produzcan dentro y fuera de la célula. A menor tamaño de cristales, menor pérdida de producto una vez descongelado.
- c).- Almacenaje: una vez que un producto es congelado y almacenado a bajas temperaturas, siguen ocurriendo cambios físicos y químicos. Es particularmente importante la migración de agua como consecuencia de gradientes de temperatura, lo que ocasiona deshidratación superficial y cristalización (OLHAGARAY, 1989).

Los productos alimenticios pueden ser congelados por diversos métodos, los cuales se clasifican en lentos y rápidos, dependiendo del tiempo en que logren bajar la temperatura del producto hasta el nivel requerido (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 desde tres horas a tres 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 un refrigerante, o por medio de una corriente de aire a través de los alimentos que se desea congelar (DOSSAT, 1970) Aun cuando la congelación rápida presenta ventajas sobre la lenta, para el caso de pulpa de palta, AGUILERA (1993) demostró que no había diferencias significativas entre ambas técnicas (inmersión en nitrógeno líquido y cámara de congelación), por lo que dada la facilidad de trabajo y su menor costo es más adecuada la congelación lenta en cámaras para el caso de pulpa cv. Hass mantenida a  $-20^{\circ}\text{C}$ , durante 2 meses.

Entre los estudios realizados en industrialización de paltas, el puré congelado ha obtenido los mejores resultados, ya que actúa como de base para productos untables, además de servir como componente del "huacamole", producto típico de consumo habitual en México, país que es el mayor consumidor de paltas "per capita" (OLAETA, ROJAS 1987; HUGET, 1984; CARVALLO, 1982; PANTASTICO 1979).

Es así como MAEFIC Y STAHL (1955) indican que la pulpa puede conservarse almacenada con aderezos para ensalada, sal y especias o envasarse en botes esmaltados que se congelan inmediatamente después del llenado y el sellado. Por otro lado, STEPHENS Y GRIFFTHS (1957) encontraron una base para huacamole aceptable, al mezclar 100 partes de palta con cinco partes de limón, cuatro partes de cebolla picada y una parte de sal, almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$ , en recipientes herméticamente cerrados.

LIME (1969) congela paltas de la variedad *Lula* como huacamole. Para esto 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  $40^{\circ}\text{F}$ . Si se mantienen a  $68^{\circ}\text{F}$  duran 16 semanas y a  $100^{\circ}\text{F}$  se limita a 3 semanas.

CORTEZ, R; GONZÁLEZ, Z; PENNACCHIOTTI, M Y PARRAGUIRRE, A. (1971) indican que es posible conservar pulpa de palta, durante un período de 30 días, empleando la siguiente técnica: preparar la pulpa a  $6^{\circ}\text{C}$  agregar ácido ascórbico (0.015 M) y ácido sórbico (0.5%) como espesante, todo lo cual es envasado al vacío en recipientes de vidrio y almacenamiento refrigerado a  $2^{\circ}\text{C}$ . El envasado en plástico (polifán) no es adecuado, porque altera las características organolépticas de la pulpa.

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

ARATA Y YUNISIC (1983) ensayan con paltas de dos variedades distintas: *Negra de la Cruz* y *Fuerte*, obteniendo mejores rendimientos productivos con la *Fuerte*, debido a su mayor tamaño. Además, se determina que el 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) determinan 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  $-18^{\circ}\text{C}$  por dos meses.

ROJAS (1987) concluye que la calidad del congelado depende de la variedad y del estado de madurez, al trabajar con cinco variedades y con tres niveles de madurez, las que se congelaron a  $-78^{\circ}\text{C}$  por inmersión en nitrógeno líquido para ser almacenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante tres meses. Se usaron como antioxidantes el ácido ascórbico 0.8% y EDTA 0.02%. Se determinó que el cultivar *Edranol* presentó la mejor calidad y le siguen *Hass*, *Fuerte*, *Bacon* y *Zutano*, en general, para obtener un producto de calidad se requiere un nivel mínimo de aceite de un 15 %.

RODRÍGUEZ (1989) 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 los ácidos ascórbico, cítrico, acético además de sal, cubriendo, además, el producto con una película de alginato de calcio, lo cual evita la pérdida de textura y el oscurecimiento superficial, al actuar como barrera contra el oxígeno, en el almacenaje a  $-18^{\circ}\text{C}$ , durante seis semanas.

AGUDELO (1993) obtiene un producto de buenas características físicas y sensoriales al almacenar pulpa de tres variedades, *Fuerte*, *Trinidad* 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.

Por último, AGUILERA (1993) trabajó con pulpa y mitades de la variedad *Hass*, en el cual los mejores resultados, luego de dos meses de almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para el caso de la pulpa, se obtuvieron usando, los antioxidantes ácido ascórbico 0.3%, ácido cítrico 0.4% y sal 2.0% mientras que en el ensayo con mitades, la congelación resultó inadecuada, ya que sufre un fuerte pardeamiento enzimático una vez descongelada, lo que afecta los índices de calidad.

### 3.5.0- Cambios en el producto durante el almacenaje en frío

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

a) - Tiempo de congelación: el que está regido por las características del producto (disposición interna de las células, la localización del agua libre y la piel del producto, entre otros) y las condiciones de la transferencia de calor al medio,

b).- La distribución geométrica del producto en el sitio de congelación (envasado, disposición).

c).- Las propiedades físicas del producto; temperatura, propiedades térmicas, densidad, contenido acuoso.

En la Universidad de California (Davies), se realizaron trabajos de investigación para determinar el efecto del almacenaje de fresas y hortalizas, a través de los cuales se pudo verificar la pérdida de ácido ascórbico que incide en la estabilidad y calidad nutricional del producto. Los cambios ocurridos son:

- 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. (OLHAGARAY, 1989).

La volatilización 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". En el caso de frutas, la característica más afectada por el almacenaje es el sabor, además de una pérdida parcial de vitaminas y sales minerales, ambas dependientes de la naturaleza del producto y del tratamiento a seguir. Se puede afirmar, en todo caso, que la pérdida de vitaminas de productos de congelados es menor que en el caso de los productos apertizados (CARLES, 1982).

### 3.6.0.- Calidad del producto

Más que el efecto de la congelación, es el proceso de descongelación el cual presenta una marcada influencia sobre la calidad final del producto. Su incidencia va a depender de:

- tipo del alimento, congelación y envase.
- temperaturas y tiempo de almacenaje
- tiempo y temperatura de descongelación.

Este proceso puede influir en la calidad final en tres formas distintas (CARLES, 1982)

#### 3.6.1.- Calidad sensorial.

El deterioro no aparece en el momento del descongelado completo, sino que se manifiesta por una pérdida de consistencia y exudación más o menos abundante la cual 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 la acción combinada de congelar y descongelar, que aquellos tejidos formados por largas y finas paredes.

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. La volatilización de compuestos aromáticos de tipo aldehído y ésteres, produce una disminución del nivel de aroma. La descongelación también se puede traducir en la pérdida de aromas o modificación de algunos, que pueden llevar a la formación de olores extraños (PLANK, 1963).

#### 3.6.2.- Calidad sanitaria.

Cuando la temperatura supera a los 4°C, las levaduras y hongos aumentan en una proporción considerable, desarrollándose especialmente sobre tejidos cuya estructura ha sido alterada por la congelación y descongelación.

#### 3.6.3.- Calidad comercial.

La calidad requerida para aquellos productos de consumo directo deben estar en un nivel óptimo de firmeza, color y aroma, mientras que aquéllos requeridos para la agroindustria pueden tener un menor grado de firmeza, color y aroma, ya que servirán como materia prima de otros subproductos alimenticios

## MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1.0- Obtención de la materia prima

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

De árboles de las variedades Fuerte, Hass, Edranol y Bacon de 16 años de edad, regados por microaspersión, bajo fertilización normal, se escogieron cuatro por variedad, al azar, con producciones normales.

La cosecha de los frutos se realizó en forma manual, dejando intacto el pedúnculo. Se eligieron frutos de tamaño grande homogéneo, aproximadamente de 200 gr, es decir, calibre 56, frutos libres de daño físico o microbiológico.

Luego fueron almacenados en cámaras de refrigeración a 7 °C hasta que alcanzaron una textura (expresada como resistencia a la presión entre 2 - 4 lbs), para iniciar su proceso en los laboratorios del área de Industrialización y Postcosecha de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Uno de los objetivos del ensayo consistió en evaluar el comportamiento de los cultivares Fuerte, Hass, Edranol y Bacon. Las paltas fueron procesadas con distintas

dosis de antioxidantes, estos fueron : ácido ascórbico, ácido cítrico y sal. Además, las pulpas se procesaron en dos formulaciones: como puré y trozos. La metodología utilizada fue seleccionada de ensayos preliminares respecto al tema.

En el Cuadro 2, los tratamientos realizados para cada una de las variedades; por su parte en las figuras 1 y 2, se presenta la línea de proceso a que fueron sometidas cada una de las formulaciones.

Cuadro 2. Tratamientos de la pulpa de palta de las variedades Fuerte, Hass, Edranol y Bacon.

PULPA	T0	Testigo : Sin aditivos Ácido ascórbico 0,2 % + ácido cítrico 0,3 % + sal 2,0 %
	T1	
TROZOS	T2	Ácido ascórbico 0,5 % + ácido cítrico 0,5 %
	T3	Ácido ascórbico 1,0 % + ácido cítrico 0,5 %

Fig 1 .- Línea de proceso para pulpa de palta procesada como puré

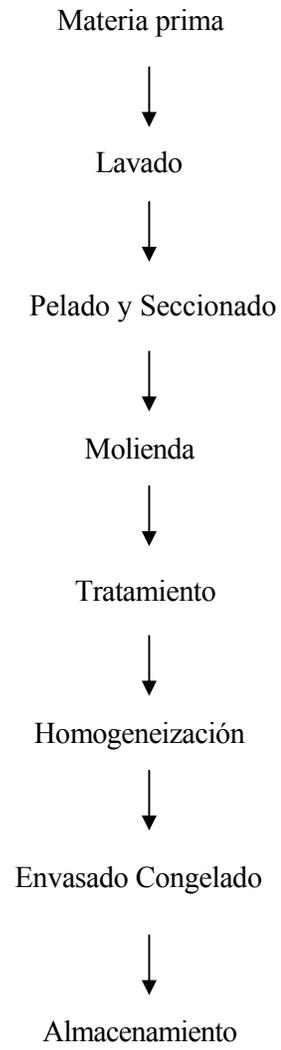
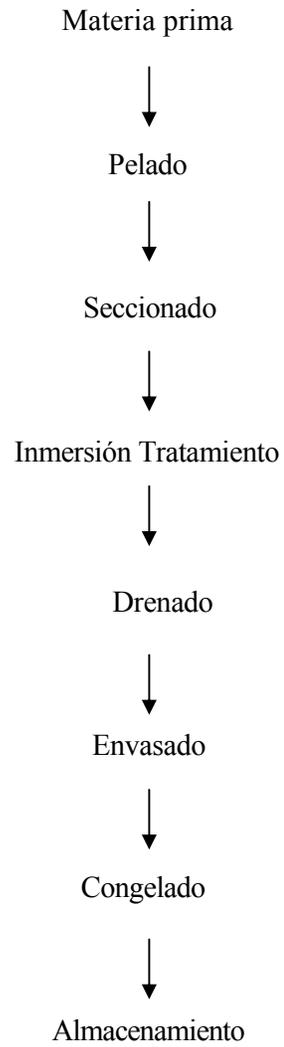


Fig .2 .- Línea de proceso para pulpa de palta procesada como trozos



#### 4.1.1 .- Descripción del proceso de elaboración de pulpa congelada de palta.

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

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

T 0 : muestra testigo, no se agregaron antioxidantes

T 1 : se agregó a la pulpa en forma de solución los antioxidantes, ác. Ascórbico  
al 0.3 % + ác, cítrico al 0.2 % + sal 2 %

En el caso de los trozos, no se pudo mezclar en forma homogénea el antioxidante, ya que es necesario lograr un contacto con la totalidad de la superficie expuesta. Para conseguir esto, se sumergieron por 15 minutos los trozos de palta en una solución antioxidante :

T 2 : Solución de ác, ascórbico 0.5 % y ác. Cítrico 0.5 %.

T 3 : Solución de ác. Ascórbico 1.0 % y ác. Cítrico 0.5 %.

\* Pesado y Envasado: En ambas formulaciones se envasó en bolsas de polietileno de 250 gr cada una, las que fueron selladas inmediatamente.

\* Congelado y Almacenado. Las bolsas con las pulpas se llevaron a una cámara de congelado mantenida a  $-20^{\circ}\text{C}$ , donde permanecieron hasta completar un período de dos meses.

#### 4.2.0- Análisis físicos y químicos de la materia prima.

##### 4.2.1.-Contenido de humedad y de aceite.

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

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

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

aceite, o rangos de madurez, como los más adecuados para obtener una pulpa congelada de buena calidad.

#### 4.2.2 .-Color

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

#### 4.2.3.- Acidez y pH

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

#### 4.3.0- Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron cada 20 días, a partir del día de la elaboración de la pulpa. En cada una de ellas, y para todas las variedades, se retiraron de la cámara de congelado un total de 3 muestras por cada tratamiento, con el fin de realizar un análisis sensorial, de pH, acidez y color.

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

#### 4.4.0 - Diseño Estadístico

Procedimiento :

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

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

Donde:

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

$\mu$  = media general

$T_i$  = i-ésimo tratamiento

$F_j$  = j-ésima fecha de evaluación

$T_{fij}$  = interacción entre los tratamientos y fechas

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

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

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

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

Estadístico de Prueba

$F = \frac{CM(\text{Factor})}{CM(\text{Error})} \sim F(g_{lf}; g_{le})$
---

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

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

$H_0$  = Los tratamientos son igualmente preferidos

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

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

## 5.0.- PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1.0- Análisis de pH y acidez.

#### 5.1.1.- Cultivar FUERTE :

Del análisis estadístico del pH y de la acidez en la pulpa congelada del cultivar Fuerte, se determinó, con una probabilidad de error del 5 %, que existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero no entre las fechas de evaluación, así como tampoco de la interacción entre tratamiento y fechas; es decir, el comportamiento de todos los tratamientos se mantuvo durante las cuatro fechas de evaluación. Sólo hay diferencias entre los tratamientos, situación demostrada por el estadístico de prueba en anexo 2.

Cuadro 3. Variaciones del pH y acidez (gr de ác. cítrico en 100cc de solución), producto del efecto entre los tratamientos antioxidantes., en la pulpa del cv. Fuerte.

Tratamientos	pH	acidez
T 0	6.19 c *	3.15 a
T 1	4.40 a	12.17 b
T 2	6.01 c	2.91 a
T 3	5.45 b	3.23 a

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

Debido a que no hay variación entre las fechas, se puede deducir que el pH y acidez se mantienen constantes en el tiempo para todos los tratamientos. En el Cuadro 3, se observa la variación de ambos parámetros según cada tratamiento.

El tratamiento testigo es similar al T 2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) esto se explica, porque el testigo al no contener antioxidantes, que son ácidos no hubo variación del pH respecto al que presenta la palta en condiciones normales. Ahora, como se puede observar, el testigo que presenta formulación en puré, no evidencia diferencias significativas con el T 2 (trozos); tal condición se debe a que este último tratamiento fue sumergido en una solución antioxidante con la menor dosis, así que, después del testigo, es la que muestra un menor efecto del antioxidante en el pH. En cuanto a la acidez, tampoco existen diferencias, ya que, al ser pH cercanos, la acidez no muestra diferencias significativas.

El tratamiento 1 (ácido ascórbico 0.3 % , ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) en forma de pulpa presenta diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos, debido a su menor pH; esto se produce, porque la solución antioxidante se mezcló a la pulpa directamente, y más relevante aún es que los antioxidantes utilizados al tratarse de ácidos, disminuyen ligeramente el pH del medio, situación que, además, se ve reflejada en la acidez observada.

El tratamiento 3 (ác. ascórbico 1.0 % y ác.cítrico 0.5 %), formulación trozos, resulta tener diferencias significativas con el tratamiento 2; esto se explica porque los trozos se sumergieron en una solución antioxidante. Su diferencia con el T 2 radica en que la dosis del T 3 es más alta; por su parte, respecto de dicha diferencia se basa en la forma de adición del antioxidante. Al efectuarse por inmersión no se puede verificar que la absorción del antioxidante ocurra al interior del trozo, de allí que existan diferencias.

#### 5.1.2.- Cultivar HASS :

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

Al observar los valores promedio en el Cuadro 4, se aprecia una tendencia general de los tratamientos a subir su pH durante los primeros 20 días, para luego disminuir levemente en las siguientes fechas, tendencia que se repite en el Cuadro 5, donde la acidez presenta igual comportamiento. Esta situación puede ser el resultado de una congelación lenta donde se originan cristales de hielo muy puros y, por lo tanto, hay una concentración de solutos en los espacios líquidos residuales más elevada que por la congelación rápida. Una de las consecuencias del aumento de la concentración de

los solutos (capaces de reaccionar entre sí) es la producción de reacciones de hidrólisis en catálisis acida o alcalina, a pesar del descenso de la temperatura hasta -5 y -15°C, lo que estaría modificando el pH de la pulpa (CHEFTEL, CHEFTEL and BESANCON, 1976)

Cuadro 4. variaciones del pH, producto de la interacción del tratamiento y de la fecha de evaluación del producto en el cv. Hass.

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

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

En la primera evaluación, día 0, el T 0 (testigo) presentó diferencias significativas con el T 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %); sin embargo, se considera similar a T 2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5%) y T 3 (ác. ascórbico 1.0 % y ác.cítrico 0.5 %). Al observar el comportamiento a través del tiempo, se puede advertir que T 0 y T 2, en general, se mantienen estadísticamente sin diferencias significativas, y junto con T 3 se consideran los tratamientos

similares; por lo tanto, no hay efecto de las fechas en los resultados obtenidos sobre el pH de la pulpa.

El tratamiento 1 (ácido ascórbico 0.3 % , ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) en el día 0, es estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, situación que se mantiene en todas las fechas. Si se analiza la evolución de éste en el tiempo, se puede observar que es similar a los 20, 40 y 60 días, luego, en las fechas no hay diferencias y produjeron el mismo efecto sobre el pH de la pulpa.

La diferencia observada entre el tratamiento 1 y el resto pudo producirse, al igual que en el cv. Fuerte, debido a una mayor absorción de los antioxidantes en la pulpa procesada como puré, dado, además, por las características acidas de los antioxidantes.

Cuadro 5. Variaciones de la acidez (gr de ác. cítrico en 100cc de solución), producto de la interacción del tratamiento y de la fecha de evaluación del producto, en el cv. Hass.

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

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

Al observar el Cuadro 5, se aprecia que, en general, estadísticamente, la acidez se mantiene sin diferencias significativas durante todo el proceso de almacenamiento del producto, para T 0 (testigo), T 2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y T 3 (ác. ascórbico 1.0 % y ác. cítrico 0.5 %) lo que demuestra que T 0, T 2 y T3 producen el mismo efecto sobre la acidez de la pulpa

El tratamiento T 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) presenta, estadísticamente, diferencias significativas con el resto de los tratamientos, al igual que el cv. Fuerte; la mayor acidez de éste se debe a la forma de presentación puré, que facilita la absorción de la solución antioxidante.

#### 5.1.3.- Cultivar : EDRANOL :

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

En el cuadro 6 y 7 se pueden observar los valores promedio de pH y acidez de los cuales se distingue una tendencia a aumentar levemente el pH y disminuir la acidez en los primeros 20 días de almacenaje de la pulpa, situación similar a la variedad Hass y que se debería al mismo efecto de la forma de congelado y tipo de ácidos que estarían siendo hidrolizados (CHEFTEL, CHEFTEL Y BES ANCÓN, 1976).

Cuadro 6. Variaciones del pH, producto de la interacción entre el tratamiento y la fecha, en el cv. Edranol.

pH	Inicial	20 Días	40 Días	60 Días
T 0	6.59 f *	6.62 f	6.71 f	6.55 f
T 1	4.50 a	4.61 a	4.89 b	4.71 ab
T 2	6.02 de	6.14 e	6.16 e	5.94
T 3	cde			
	5.70 c	5.72 c	5.93 cde	5.83 cd

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

El tratamiento 0 (testigo) en todas las fechas de evaluación presenta estadísticamente diferencias significativas con los demás tratamientos, pese a que la diferencia es reducida. Esta situación continúa en todas las fechas de evaluación, manteniéndose sin diferencias en el tiempo; por lo tanto, se pudo apreciar que hubo un efecto de los tratamientos sobre el pH de la pulpa.

El T 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) también demostró ser diferente al resto al presentar diferencias significativas; no obstante, la razón de esta diferencia, radica en que es el tratamiento más ácido, al igual que los cultivares anteriores, debido a la forma de presentación y la disolución del antioxidante en ella. Si analizamos la evolución de este tratamiento en el tiempo, en general, se mantiene sin diferencias significativas, pudiéndose afirmar que no hay efecto de la fecha sobre la variación del pH en el almacenaje.

Según el cuadro 6, los tratamientos T 2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %) y T 3 (ác. ascórbico 1.0 % y ác. cítrico 0.5 %), ambos preparados en trozos, presentan estadísticamente diferencias significativas sólo en los días 0, 20 y 40. Aunque se observan interacciones entre estas mediciones y las de otros días del T 2 y T 3, la diferencia que hay se debe a que el tratamiento 3 mostró una mayor absorción de la solución antioxidante que el T 2; basado en las letras más pequeñas, en este caso c, señalan un pH más bajo asociando este pH con los antioxidantes se concluye que hubo una mejor respuesta en la absorción, dado por la variedad o producto de alguna diferencia en la metodología como tiempo de exposición a la solución antioxidante o un menor contenido de aceite en esa muestra, lo que facilita la absorción de sustancias hidrosolubles.

Cuadro 7. Variaciones de la acidez (gr de ác. cítrico en 100cc de solución), producto de la interacción del tratamiento y la fecha, en el cv. Edranol.

<b>acidez</b>	Inicial	20 Días	40 Días	60 Días
T 0	2.00 cd	1.38 abcd	0.92 ab	1.02 ab
T 1	7.00 g	3.66 f	2.76 e	2.43 e
T 2	2.53 e	1.63 bcd	1.36 abc	1.02 ab
T 3	2.13 de	1.26 abc	1.01 ab	0.77 a

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

En el cuadro 7, se puede observar que, en general, estadísticamente, el tratamiento testigo con los tratamientos 2 y 3 (forma de presentación en trozos) no muestran diferencias significativas, es decir, no hay efecto de los tratamientos 2 y 3 comparados con el testigo en los resultados obtenidos de acidez, excepto T 2 el día 0, esta diferencia puede deberse a una mayor absorción del antioxidante al igual que su efecto en el pH. La diferencia entre este resultado general y el efecto del pH, se explica porque la variación de los valores promedio de pH entre los tratamientos T 0, T 2 y T 3 es pequeña, por esto, la acidez contenida en ellos se puede considerar como similar.

El T 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %) estadísticamente es diferente al resto de los tratamientos, debido a su mayor acidez, situación dada por la formulación de la pulpa y efecto de los antioxidantes, existiendo una consecuencia del tratamiento sobre la acidez de la pulpa de esta variedad.

#### 5.1.4.- Cultivar : BACON :

Las mediciones realizadas en esta variedad se efectuaron sólo hasta la segunda fecha de evaluación; es decir, hasta los 20 días, debido a que no se pudieron manejar las condiciones de temperatura hasta el término del ensayo; con todo, los resultados obtenidos a esta fecha son concluyentes, por lo que no fue necesario repetirlo.

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

Según los valores promedio de pH y acidez, hasta la segunda medición, podemos observar en los cuadros 8 y 9, que hubo una leve disminución del pH y aumento de la acidez. Este resultado al igual que los cultivares anteriores, tiene el mismo origen.

Cuadro8. Variaciones del pH, producto de la interacción entre el tratamiento y la fecha, en el cv. Bacon.

pH	Inicial	20 Días
T 0	6.00 c	5.72 b
T 1	4.37 a	4.25 a
T 2	6.06 c	6.28 d
T 3	6.07 c	5.99 c

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

En la primera evaluación para T 0 (testigo ), T 2 (ácido ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 % ) y T 3 (ác. ascórbico 1.0 % y ác. cítrico 0.5 %), se consideran tratamientos similares, porque no hay efecto del tratamiento en el pH, ya que T 2 y T 3 se consideran iguales al testigo. Al analizar su comportamiento a los 20 días, se

observa que hay diferencias entre ellos, por lo tanto, se produjo un efecto de la fecha en la variación del pH.

El tratamiento 1 (ácido ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 % ) presentó diferencias significativas con el resto de los tratamientos en ambas fechas, principalmente debido a su formulación como puré. Al igual que las variedades anteriores, su evolución en el tiempo no muestra diferencia con la fecha inicial, considerándose sólo un efecto del tratamiento sobre la variación del pH del cv. Bacon.

Cuadro 9. Variaciones de la acidez (gr de ác. cítrico en 100cc de solución), producto de la interacción del tratamiento y la fecha , en el cv. Bacon.

<b>acidez</b>	Inicial	20 Días
T 0	2.73 d	2.28 c
T 1	5.93 e	6.33 e
T 2	1.60 b	0.95 a
T 3	1.72 bc	1.25 ab

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

En este caso, se observa que el tratamiento testigo tiene relación con los tratamientos presentados como trozos, lo que indica que existe un efecto de aquellos tratamientos

que contiene antioxidantes sobre la acidez de la pulpa. A su vez, el T 1 tampoco presenta diferencias significativas con el resto de los tratamientos, aunque se mantiene igual en el tiempo, es decir, sólo hay un efecto del tratamiento sobre la acidez de la pulpa y no de la fecha de las evaluaciones..

El comportamiento que se observó en todas las variedades de aquellos tratamientos que contenían antioxidante, especialmente del T 1 (puré) es esperado, ya que mostró el menor pardeamiento. Esto sucede porque el ácido ascórbico tiene la ventaja de reducir el pH y presentar un fuerte poder reductor (SCHMIDT-HEBBEL, 1980). Es así como el tratamiento 1 presentó el mayor efecto dado, principalmente, porque este tratamiento presenta la pulpa molida y los antioxidantes se agregan directo al puré, resultando una mezcla homogénea que contiene ácido ascórbico al 0.3 %; ácido cítrico al 0.2 % y sal al 2 %. Al compararse con el testigo que presenta el pH normal de la pulpa fresca, la disminución del pH en el tratamiento 1 es leve, pero claramente menor en todos los casos, ya que siempre presenta el menor pH.

Al observar los valores promedio de pH en el tiempo, se puede apreciar que la variación es muy reducida en cada una de las fechas, por ello, las mayores diferencias están dadas por los tratamientos para cada una de las variedades

## 5.2.0 - Análisis sensorial

El análisis sensorial corresponde a una calificación realizada por 10 jueces que conforman un panel de degustación, quienes evalúan en un rango del 1 al 3, donde 1 representa el mayor grado de aceptación o preferencia, el 2 indica un rango intermedio y el 3 señala el menor nivel de preferencia. Para determinar la evolución de las variables cualitativas en el tiempo, se deben observar los valores promedio de cada una de las mediciones, mientras que para determinar la preferencia por los tratamientos dentro de una misma fecha, se debe observar la letra que acompaña el valor promedio.

### 5.2.1- Cultivar Fuerte

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como Apariencia externa, Color Textura, Aroma y Sabor, se pudo establecer que existe un tratamiento distinto, por lo tanto, se considera que hay efecto del tratamiento en la calidad final de la pulpa. Según en Cuadro 10 y considerando los parámetros más importantes como sabor y apariencia, se puede establecer que la aceptación de esta variedad en el caso de puré, dura entre 20 - 40 días y para los trozos, es menor a 40 días para esta variedad.

Cuadro 10. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Fuerte.

Tratamientos		PURÉ				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 0	1.00 a *	1.50 a	1.20 a	1.70 a	1.90 a
	T 1	1.00 a	1.60 a	1.00 a	1.50 a	1.60 a.
Día 20	T 0	2.40 b	2.10 a	1.60 a	2.40 b	2.80 b
	T 1	1.50 a	1.80 a	1.20 a	1.50 a	2.00 a
Día 40	T 0	3.00 b	2.60 b	1.80 a	2.30 b	2.80 b
	T 1	1.10 a	1.90 a	1.20 a	1.40 a	2.40 a
Día 60	T 0	3.00 b	2.80 b	1.50 a	2.60 b	2.90 a
	T 1	1.20 a	1.30 a	1.50 a	1.70 a	2.70 a

Letras iguales indican tratamientos similares en la misma fecha al 0.05, según test de Freedman

Apariencia : se puede observar que sólo en la primera evaluación no hubo diferencia entre los tratamientos. En las siguientes evaluaciones, se consideró mejor el T 1 (ác. ascórbico 0.3 %, ác. cítrico 0.2 % y sal 2 %) que el tratamiento 0 (testigo), lo que se debe al pardeamiento que sufrió la muestra testigo una vez descongelada. El tiempo que dura la calidad de T 0 es menor a 40 días, ya que, desde esta fecha en adelante, se

considera en el nivel mínimo, como mala; en cambio el caso de T 1 al día 60 se considera cercano a muy bueno.

Color : En el día 0 y 20, no hubo diferencia para ambos tratamientos considerados como verde oscuro a amarillo; a partir del día 40, se observa una preferencia por el tratamiento 1. Al igual que el caso anterior, el pardeamiento que sufre el testigo, una vez descongelada la pulpa, debido a que el testigo, como no presenta antioxidantes las reacciones ocurren desde el momento de la elaboración de la pulpa y continúan mientras va disminuyendo la temperatura; es decir, la reacción ya ocurrió. Su expresión es lo que observamos en el momento de descongelado como coloraciones oscuras que son catalogadas en un rango cercano al café.

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

Aroma : Se consideran iguales sólo el día 0, luego se prefiere el T 1 con una calificación cercana a indiferente, mientras que la aceptación de T 0 fue muy baja, evaluándose en un rango cercano a desagradable.

Sabor Los tratamientos son catalogadas como iguales sólo el día 0, luego se prefiere el T 1. Aunque el grado de preferencia no es muy alto es mejor que el testigo siendo calificado como regular, mientras que T 0 desde el día 20 en adelante se considera como malo por los panelistas.

Cuadro 11. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv. Fuerte.

Tratamientos		TROZOS				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 2	1.20 a *	1.90 a	1.70 a	1.50 a	1.70 a
	T 3	1.20 a	1.90 a	1.70 a	1.60 a	1.60 a.
Día 20	T 2	1.50 a	1.80 a	1.20 a	1.50 a	1.90 a
	T 3	1.80 a	1.80 a	1.30 a	2.00 a	2.10 a
Día 40	T 2	2.50 a	2.40 a	1.50 a	2.00 a	2.50 a
	T 3	2.70 a	2.40 a	1.60 a	2.20 a	2.70 a
Día 60	T 2	2.90 b	2.60 a	2.00 a	2.60 a	2.80 a
	T 3	2.50 a	2.60 a	1.70 a	2.40 a	2.60 a

Letras iguales indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05 según test de Freedman

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

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

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

Aroma : Se mantienen iguales, aunque por los valores promedio se aprecia una evolución desde un aroma indiferente a desagradable, disminuyendo la calidad. Sabor : No se observan preferencias. La calificación para ambos tratamientos fluctúa entre el rango de regular a malo, siendo este parámetro uno de los más relevantes. Se puede decir que hay una disminución de la calidad comercial del producto a través del tiempo.

#### 5.2.2 Cultivar Hass.

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como Apariencia externa, Color, Textura, Aroma y Sabor, se pudo establecer que no existe un tratamiento distinto, por lo tanto, se considera que éste no provoca efecto alguna.

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

disminuyendo su calidad comercial y sensorial. Lo anterior se puede observar en los cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Hass.

Tratamientos		PURÉ				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 0	1.10 a *	1.90 a	1.60 a	1.30 a	1.40 a
	T 1	1.00 a	1.60 a	1.40 a	1.30 a	1.20 a
Día 20	T 0	1.20 a	1.30 a	1.20 a	1.90 a	1.80 a
	T 1	1.00 a	1.70 a	1.20 a	1.80 a	1.70 a
Día 40	T 0	1.20 a	1.50 a	1.20 a	2.00 a	1.90 a
	T 1	1.30 a	1.50 a	1.40 a	1.80 a	1.80 a
Día 60	T 0	2.00 b	1.30 a	1.50 a	2.00 a	2.70 a
	T 1	1.60 a	1.40 a	1.50 a	2.20 a	2.50 a

Letras idénticas indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05 , según test de Freedman

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

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

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

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

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

Cuadro 13, Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv.Hass.

Tratamientos		TROZOS				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 2	1.20 a	1.90 a	1.40 a	1.70 a	1.90 a
	T 3	1.30 a	1.90 a	1.40 a	1.70 a	1.80 a
Día 20	T 2	2.00 a	1.90 a	1.20 a	1.90 a	2.20 a
	T 3	2.10 a	1.80 a	1.20 a	1.90 a	2.30 a
Día 40	T 2	2.40 a	2.00 a	2.40 a	2.30 a	2.60 a
	T 3	2.50 a	2.10 a	2.30 a	2.10 a	2.80 a
Día 60	T 2	2.80 a	2.10 a	2.10 a	1.90 a	2.80 a
	T 3	2.80 a	2.20 a	2.00 a	2.10 a	2.90 a.

Letras idénticas indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05 , según test de Freedman

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

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

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

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

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

### 5.2.3.- Cultivar Edranol

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como Apariencia externa, Color, Textura, Aroma y Sabor, se pudo establecer que no existe un tratamiento distinto, por lo tanto, se considera que no hay efecto del tratamiento a la misma fecha. En los cuadros 14 y 15, se puede observar el comportamiento de cada uno de los parámetros a través del tiempo. En general, se aprecia que la pulpa de esta variedad en su formulación puré, puede permanecer almacenada sin afectar su calidad durante

los 60 días siendo catalogada, en este período como muy buena a buena y en el caso de los trozos, se mantiene por 20 - 40 días. Este cultivar, junto con Hass, presentan las mejores calificaciones respecto a la apariencia externa, característica dada principalmente por la materia prima; por ello los tratamientos presentan una mayor aceptación desde el inicio del ensayo.

Cuadro 14. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Edranol.

Tratamientos		PURÉ				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 0	1.10 a *	2.00 a	1.10 a	1.60 a	1.30 a
	T 1	1.10 a	2.00 a	1.00 a	1.40 a	1.60 a
Día 20	T 0	1.30 a	1.90 a	1.10 a	1.60 a	1.90 a
	T 1	1.20 a	1.90 a	1.10 a	1.60 a	1.70 a
Día 40	T 0	1.40 a	1.50 a	1.20 a	1.70 a	1.70 a
	T 1	1.20 a	1.70 a	1.30 a	1.80 a	1.50 a
Día 60	T 0	1.80 a	1.80 a	1.40 a	1.50 a	2.20 a
	T 1	1.80 a	2.00 a	1.00 a	1.60 a	1.70 a

Letras idénticas indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05, según test de Freedman

Apariencia : Ambos tratamientos son igualmente preferidos. Por los valores promedio se observa una leve evolución de la apariencia externa desde muy buena a buena en el tiempo.

Color : Se mantienen iguales en su preferencia, así como su color verde amarillo.

Textura : Son igualmente preferidos en todas las fechas catalogadas en un rango cercano a suave

Aroma : Se consideran estadísticamente iguales , siendo evaluados en un nivel intermedio entre agradable e indiferente durante todo el ensayo.

Sabor : Ningún tratamiento demuestra ser mejor que el otro. Los valores promedio señalan una evolución desde muy buena, al inicio, hasta indiferente en las últimas mediciones.

Para el caso de la formulación en trozos cv Edranol del Cuadro 15, se observa :

Apariencia : Los jueces no mostraron preferencia por alguno de ellos, sin embargo la calidad se mantuvo hasta el día 60, momento en que su calificación fue de buena.

Color: No presentan diferencias manteniéndose durante todas las evaluaciones como verde amarillo.

Textura: Se consideran en el mismo nivel de preferencia. Sus valores promedio indican que hasta el día 40 se catalogan como textura suave y hacia el término del ensayo, se considera como una textura gruesa.

Cuadro 15. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv. Edranol.

Tratamientos		TROZOS				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 2	1.30 a	2.00 a	1.20 a	1.60 a	1.90 a
	T 3	1.20 a	2.00 a	1.20 a	1.70 a	1.60 a
Día 20	T 2	1.90 a	2.00 a	1.40 a	2.20 a	2.50 a
	T 3	2.10 a	1.80 a	1.20 a	2.10 a	2.40 a
Día 40	T 2	1.50 a	1.70 a	1.40 a	2.00 a	2.20 a
	T 3	1.70 a	1.60 a	1.20 a	1.90 a	2.30 a
Día 60	T 2	2.60 a	2.40 a	1.80 a	2.00 a	2.90 a
	T 3	2.40 a	2.20 a	1.90 a	2.50 a	3.00 a

Letras iguales indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05 según test de Freedman.

Aroma: No hay diferencias entre los tratamientos ni tampoco en el tiempo manteniéndose su preferencia como indiferente.

Sabor Para los jueces, ambos presentan igual preferencia; sin embargo, este parámetro parte el día 0 como regular hasta llegar a tener una muy baja aceptación el día 60, ya que es considerada como mala. Por lo tanto, su duración es intermedia entre los 20 y 40 días sin que se vean afectados los parámetros de calidad tanto comercial como sensorial.

#### 5.2.4.- Cultivar Bacon

Del análisis estadístico de las variables cualitativas tales como Apariencia externa, Color, Textura, Aroma y Sabor, se pudo establecer que existe un tratamiento distinto; por lo tanto, se considera que hay efecto del tratamiento. Por su parte el tiempo que se mantiene la calidad de la pulpa congelada de palta en esta variedad, se puede observar en los cuadros 16 y 17. Tanto la formulación de puré como trozos, a los 20 días, se han deteriorado, especialmente, su apariencia externa, aroma y sabor. La razón de esta situación puede ser al mayor contenido de agua en los frutos de esta variedad y al tipo de congelación que haya sufrido, ya que la formación de cristales de hielo muy grandes producen, al descongelarse, una ruptura celular acelerando los mecanismos de deterioro

Cuadro 16. Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de puré de palta cv. Bacon.

Tratamientos		PURÉ				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 0	1.10 a *	2.00 a	1.10 a	1.50 a	1.30 a
	T 1	1.30 a	2.00 a	1.00 a	1.70 a	2.00 b
Día 20	T 0	2.80 a	2.20 a	1.50 a	2.70 b	2.70 a
	T 1	2.40 a	2.10 a	1.30 a	2.20 a	2.40 a.

Letras idénticas indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05, según test de Freedman

Apariencia: Son igualmente preferidos, se observa que el nivel de aceptación del día 20 es bajo se consideran cercanos a malo, o sea desde el inicio su aceptación es menor

Textura: No hay preferencia por alguno de ellos, y según el cuadro 16, se observa una leve tendencia de suave a gruesa.

Color: Se mantienen similares en ambas fechas, es decir como verde amarillo.

Aroma: Ambos tratamientos se consideran iguales en el día 0, luego a los 20 días, se prefiere el T 1, aunque tenga baja aceptación y se cataloga al testigo como desagradable.

Sabor: Al inicio, se prefiere el tratamiento testigo; luego, a los 20 días ambos son iguales, pero con un bajo rango de aceptación, cercano a malo. Por lo tanto, los resultados indican claramente que la duración de la calidad de la pulpa es menor a 20 días.

Para el caso de la presentación en trozos del cv. Bacon según el Cuadro 17 se tiene:

Apariencia : Al inicio del ensayo, se prefiere el tratamiento 3 (ác ascórbico 1.0 %, ác. cítrico 0.5 %); luego, en la evaluación del día 20, ambos presentan igual preferencia en una rango bajo de aceptación que es cercano a malo.

Color : También se considera diferentes; en este caso, es mejor el T 2 (ác ascórbico 0.5 % y ác. cítrico 0.5 % ), aunque en la evaluación del día 20 ambos son igualmente catalogados como verde amarillo.

Cuadro 17, Evolución de los parámetros considerados en la evaluación de trozos de palta cv. Bacon.

Tratamientos		TROZOS				
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor
Día 0	T 2	2.10 b	1.70 a	1.10 a	1.80 a	2.00 b
	T 3	1.20 a	2.00 b	1.40 a	2.10 a	1.90 b
Día 20	T 2	2.70 a	2.50 a	2.00 a	2.30 a	3.00 a
	T 3	2.90 a	2.10 a	1.80 a	2.40 a	2.80 a

Letras idénticas indican tratamientos similares en igual fecha al 0.05, según test de Freedman

Textura : No hay preferencia por alguno de los tratamientos. Por sus valores promedio se puede observar que existe una tendencia que va de suave a gruesa.

Aroma : Se consideran con iguales niveles de preferencia y se mantiene así hasta los 20 días considerados como indiferente

Sabor : El día 0 se considera como mejor tratamiento el testigo; sin embargo, en la siguiente evaluación ambos presentan igual preferencia en un bajo rango de aceptación, ya que son evaluados como malo.

En resumen, de la evaluación sensorial se puede inferir que, al procesar pulpa de palla como puré, se obtienen diferentes resultados, según el cultivar y tratamiento utilizado. De la formulación puré, el mejor resultado se obtuvo para el tratamiento 1, sin embargo al graficar la evolución de los parámetros como apariencia externa, sabor y aroma, podemos observar su comportamiento en todos los cultivares.

**APARIENCIA EXTERNA:** Según la Fig 1, el tratamiento 1 de la variedad Fuerte mantiene un alto nivel de aceptación durante los 60 días del ensayo, mientras que el tratamiento 0 de Fuerte presenta el peor comportamiento junto con Bacon ( T 1 y T 0) que bajan su nivel de aceptación en los primeros 20 días. El resto de las variedades Hass y Edranol, se mantienen durante las cuatro evaluaciones sobre un nivel medio de aceptación que aún es considerado como bueno.

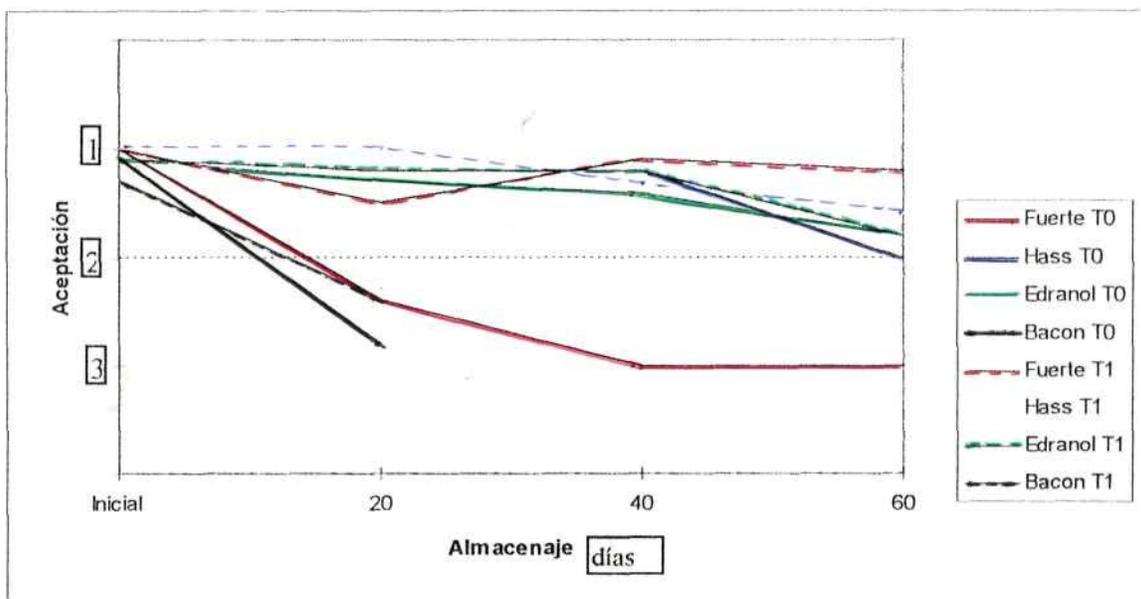


Fig 1.- Evolución de la apariencia a través del tiempo, en los cv. Fuerte, Hass, Edranol y Bacon, formulación puré.

En cuanto al SABOR de la palta presentada como puré, se observa en la Fig 2 que tanto la Bacon ( T1 y T 0 ) y el tratamiento 0 de Fuerte disminuyen rápidamente su aceptación a los 20 días , mientras que el tratamiento 1 de Fuerte mantuvo su calidad hasta los 20 días, disminuyendo luego, paulatinamente.

La variedad Hass se mantiene sobre el nivel medio de aceptación hasta los 40 días en ambos tratamientos, luego de esta fecha, decrece su aceptación, por lo que se puede considerar que hasta el día 60 desde su elaboración se considera como regular

En el caso de la Edranol, sigue el mismo comportamiento que Hass, sin embargo, desde el día 40 en adelante, su nivel de aceptación es mayor, acentuándose más en la última evaluación, siendo su aceptación superior al resto de las variedades en ambos

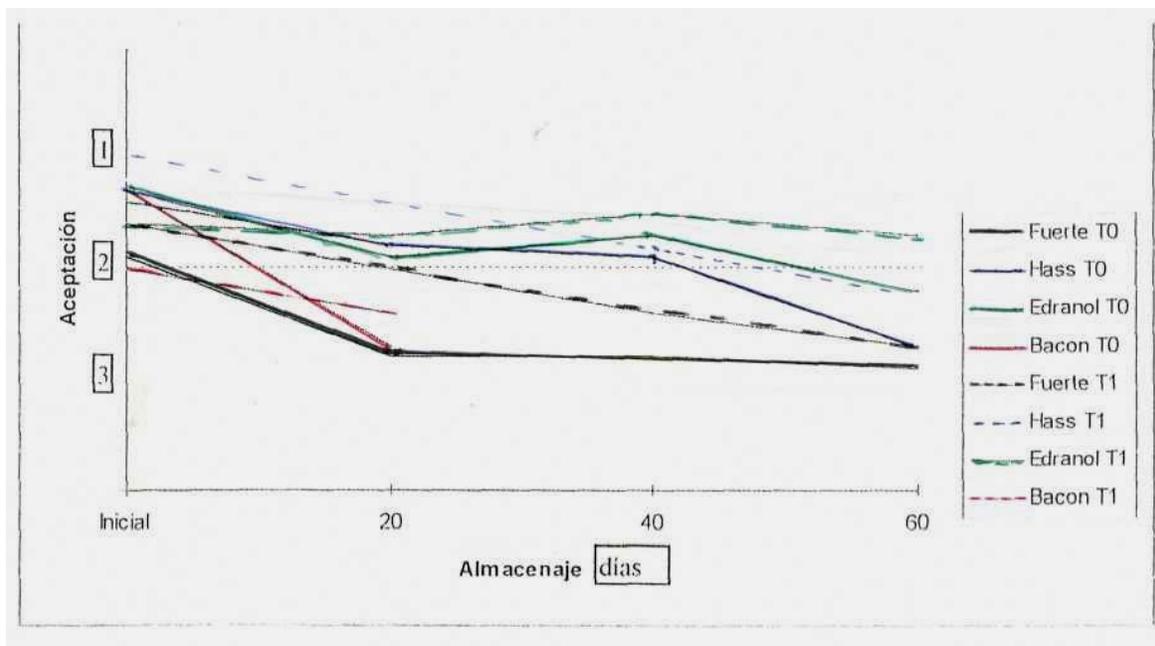


Fig 2.- Evolución del sabor a través del tiempo en los cv. Fuerte, 1 lass, Edranol y tratamientos.

El sabor es el parámetro más importante dentro de los que se evaluaron, que fueron apariencia externa, color, textura, aroma y sabor, ya que es éste el que finalmente determina la aceptación que tendrá un producto alimenticio; por lo tanto, en el ensayo define la duración de las pulpas de palta.

Otro parámetro es el AROMA, el cual se mantiene casi constante a través del tiempo. Al observar la Fig 3, se aprecia claramente que el cv. Bacon, en ambos tratamientos, tuvo baja aceptación al igual que el tratamiento 0 de la variedad Fuerte, situación que se debe a una característica varietal, ya que, en ambos casos, se cataloga al testigo con baja aceptación; no obstante, con la agregación de aditivos aumenta en cierto grado su aceptación en todos los cultivares.

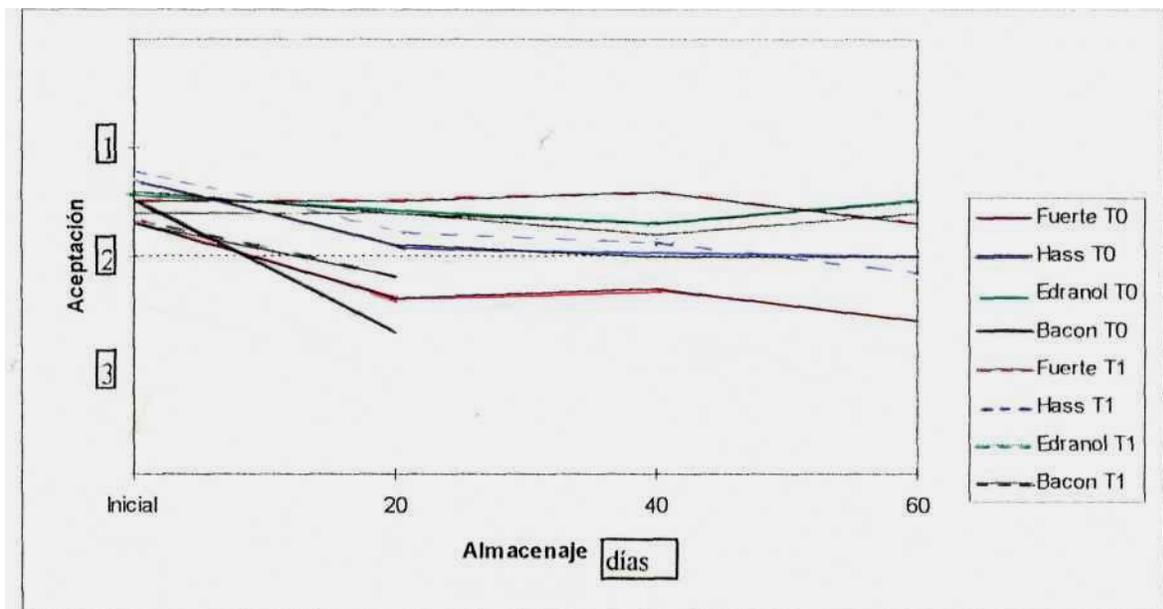


Fig 3.- Evolución del aroma a través del tiempo en los cv. Fuerte, Hass, Edranol y Bacon, formulación puré.

Para la pulpa presentada como trozos, las Fig 4, 5 y 6 muestran que no se tuvo resultados alentadores, ya que en el caso de la APARIENCIA EXTERNA , todos los cultivares tienden a decaer después de los 20 días. Si analizamos cada uno de ellos por separado, tenemos que, para Fuerte, ambos tratamientos se comportaron igual, disminuyendo su aceptación paulatinamente, situación que también experimente el cv. Hass, incluso éste llega a mostrar la más baja aceptación entre el resto de las variedades. Edranol se mantiene en el mayor nivel de aceptación en las últimas evaluaciones, en ambos tratamientos. La Bacon decae dentro de los primeros 20 días, incluso el tratamiento 2 parte con una aceptación media, es decir, no es del gusto de los panelistas.

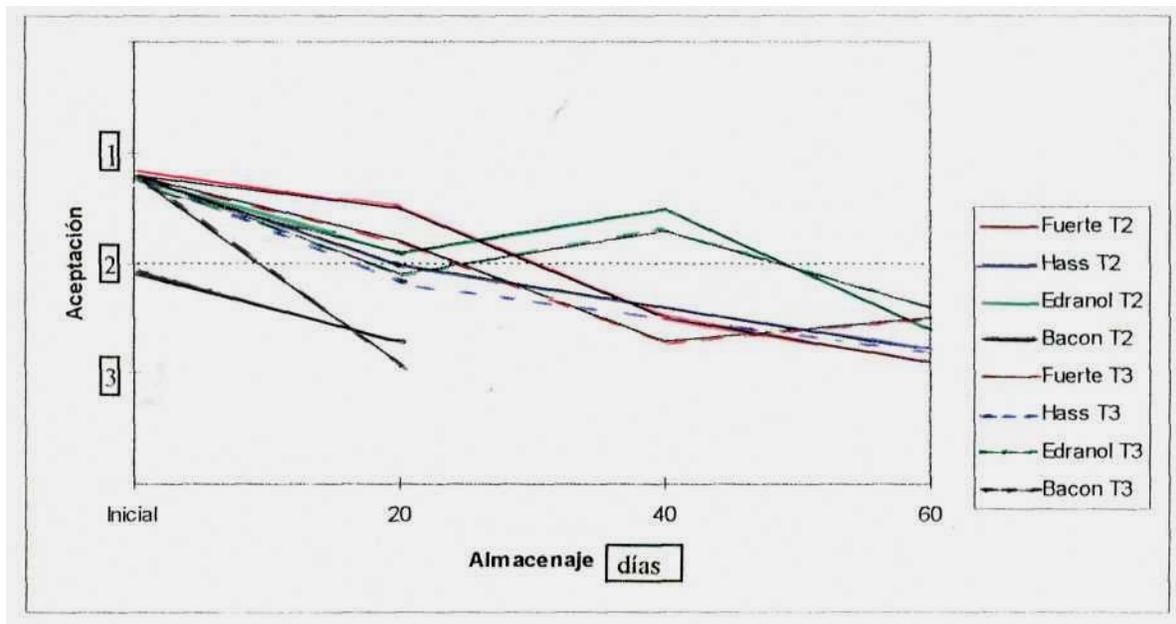


Fig 4.- Evolución de la apariencia a través del tiempo en los cv. Fuerte, Hass, Edranol y Bacon., presentados como trozos.

La Fig 5 nos muestra la evolución del SABOR en las pulpas presentadas como trozos a través de la cual se observa que la aceptación del sabor sobre un nivel medio (regular), que se indica por la línea punteada, para todas las variedades, llega hasta los 20 días luego de esta fecha, disminuye considerablemente la aceptación. El cv. Bacon, en todas los parámetros, ha mostrado tener un bajo nivel de preferencia, independiente del tratamiento a que se haya sometido, en la variedad Fuerte y I lass, por su parte, el sabor se mantiene bien en ambos tratamientos (T2 y T3) hasta los 20 días y luego baja paulatinamente. El cv. Edranol presenta una variación en el día 40 que se puede deber a la diferencia existente en las unidades experimentales utilizadas en las evaluaciones, pero en general la tendencia se mantiene a una disminución de la calidad del producto en ambos tratamientos.

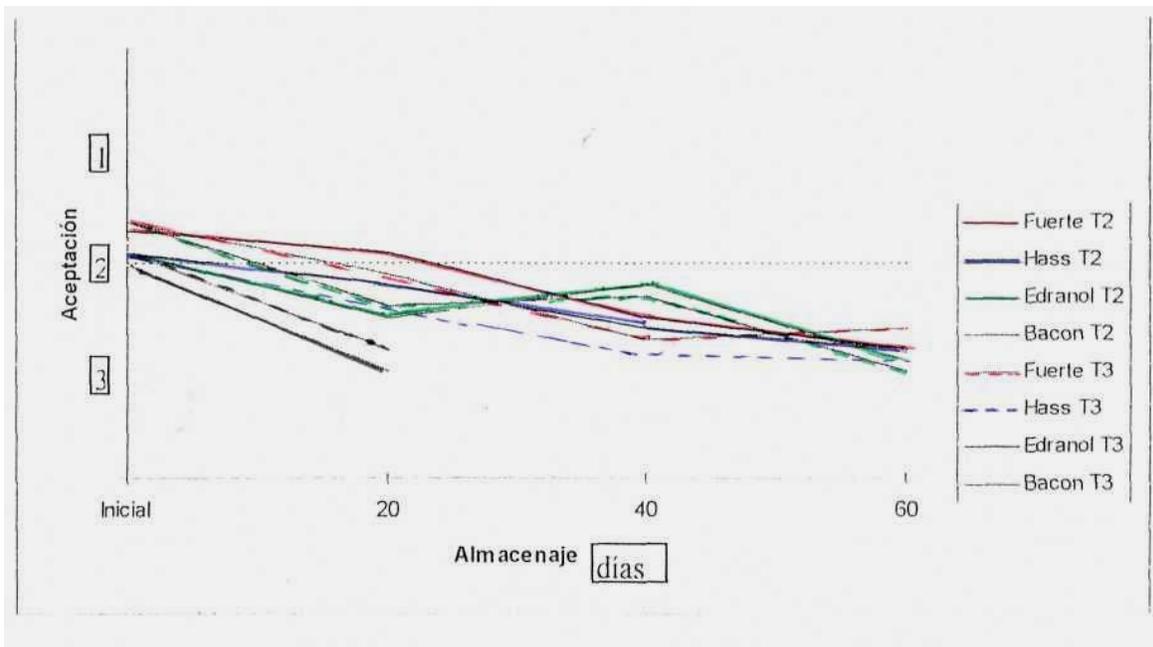


Fig 5.- Evolución del sabor a través del tiempo en los cv. Fuerte, Hass, Edranol y Bacon, presentados como trozos.

En la evolución del AROMA de la pulpa presentada como trozos, se observa, en la Fig 6, que todas las variedades siguen el mismo patrón exceptuando al tratamiento 2 del cv. Fuerte, el cual presenta una mayor aceptación durante casi 40 días; sin embargo, en la última evaluación, ambos tratamientos se comportan igual llegando a niveles de preferencia muy bajos, es decir, cercanos a desagradable.

La variedad Bacon, en este caso, se mantiene a niveles regulares, ya que no baja al mínimo como en los casos anteriores, o sea continúa cercano a indiferente. Las variedades Hass y Edranol se mantienen durante todo el ensayo, en niveles medios lo que quiere decir que a los panelistas les resulta indiferente su aroma

La principal diferencia con la formulación en puré, es que en ésta la aceptación de T1 es mayor, mientras que para los trozos ambos tratamientos son indiferentes.

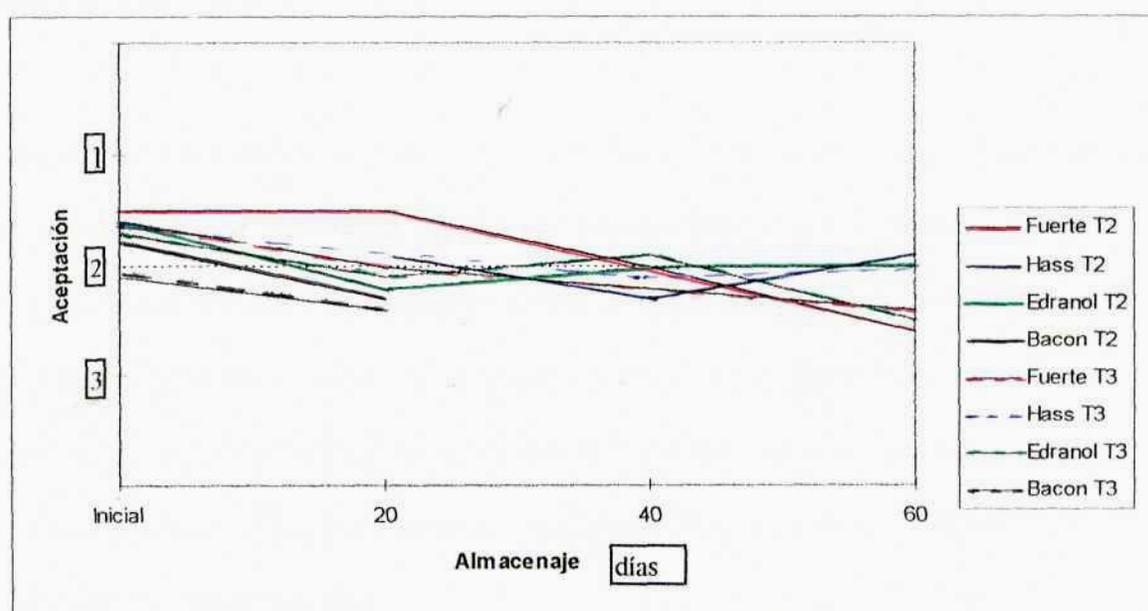


Fig 6- Evolución del aroma a través del tiempo en los cv. Fuerte, Hass, Edranol y Bacon., presentados como trozos.

### 5.3.0.- Análisis objetivo del color.

El color de la pulpa tanto presentada como puré o como trozos mientras estuvo congelada, se mantuvo en general inalterable durante todo el almacenaje de las variedades Fuerte, Hass, Edranol y Bacon. Este comportamiento desarrollado por el producto era esperado, ya que el almacenaje en cámara de congelado, donde existe una temperatura de  $-18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , reduce notablemente la velocidad de las reacciones químicas y se paralizan completamente las reacciones metabólicas celulares (CHEFTEL – CHEFTEL, 1976 ), lo cual indica que se inhibe la acción de la PPO, y la transformación de taninos de la palta, una catequina y una flavona en compuestos melanoides, que se visualiza como cambios en la coloración del producto ( BIALE AND YOUNG, 1971 )

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

La diferencia entre el tratamiento 1 (ác. ascórbico 0.3 %, ác. cítrico 0.2 % y sal 2 %) presentado como puré frente a los tratamientos T 2 (ác ascórbico 0.5 %, ác cítrico 0.5 %) y T 3 (ác ascórbico 1.0 %, ác cítrico 0.5 %) radica en que el T 1 se mantuvo sin variación en las muestras en cada una de las fechas evaluadas, debido fundamentalmente a que al mezclar en forma homogénea la solución antioxidante con la pulpa, la penetración y la unión con el ácido ascórbico y el ácido cítrico es total, lo cual permite inhibir el pardeamiento enzimático ( CHEFTEL - CHEFTEL. 1976, SCHMIDT - HEBBEL. 1980 ). Para el caso de los tratamientos de palta como trozos, se observa en los cuadros 19, 20, 21 y 22, que, a partir de la segunda o tercera fecha de evaluación, siempre se visualizó pardeamiento enzimático, dado por una baja difusión del antioxidante a través del tejido vegetal, a una baja concentración de la solución antioxidante o un bajo tiempo de exposición a la solución antioxidante, lo que provocó el oscurecimiento de los trozos una vez descongelados.

Cuadro 19, Determinación numérica del color de los distintos tratamientos en la pulpa de palta cv. Fuerte.:

Día 0	L	a	b	c	color
T 0	65.8	- 20.5	25.2	36.73	verde amarillo claro
T 1	67.3	- 19.3	34.1	37.38	verde amarillo claro
T 2	65.8	- 17.6	31.7	36.26	amarillo verde claro
T 3	63.5	- 18.1	29.7	31.37	amarillo verde claro
Día 20					
T 0	60.0	- 10.1	31.7	32.98	verde amarillo apagado
T 1	61.6	- 23.8	34.4	46.47	verde amarillo claro
T 2	55.6	- 13.5	29.6	29.81	amarillo verde apagado
T 3	63.8	- 12.8	33.4	35.76	amarillo verde apagado
Día 40					
T 0	63.5	- 8.4	33.2	34.32	verde amarillo apagado
T 1	65.9	- 23.8	36.1	35.30	verde amarillo claro
T 2	50.7	- 2.4	28.9	29.00	amarillo grisáceo
T 3	57.9	- 4.2	28.8	29.10	amarillo grisáceo
Día 60					
T 0	60.9	- 7.0	29.8	30.61	verde amarillo grisáceo
T 1	68.8	- 12.2	35.0	35.06	verde amarillo claro
T 2	58.9	- 12.5	33.8	30.04	amarillo grisáceo
T 3	53.5	- 5.4	30.6	29.07	amarillo grisáceo

El color de la pulpa medido en el cv. Fuerte presenta claras diferencias según el tratamiento a que fue sometida. El testigo mostró un color verde amarillo apagado

desde la segunda fecha de evaluación, mientras que el tratamiento 1 (ác ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2 %) se mantuvo inalterable, verde amarillo claro hasta los 60 días, sin mostrar coloraciones oscuras. En el caso de la pulpa presentada como trozos T2 (ác ascórbico 0.5 %, ácido cítrico 0.5 %), T 3 (ác ascórbico 1.0 % y ácido cítrico 0.5 %), se observa un pardeamiento a partir de los 40 días siendo éstos los más afectados, lo que indica que, por una parte, la dosis no fue suficiente para controlar el pardeamiento enzimático, y, por otra, que el tiempo de exposición a la solución fue muy corto o el tipo de antioxidante utilizado no es el adecuado para esta forma de presentación. (Cuadro 19.)

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

Cuadro 20, Determinación numérica del color de los distintos tratamientos en la pulpa de palta cv. Hass

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

La pulpa de palta del cv. Edranol, en general, presenta un tono más luminoso, lo que hace más agradable su presentación, especialmente el primer día de su evaluación. Al igual que los cvs. anteriores, a partir del día 20 en adelante, existe una diferencia entre

Cuadro 21, Determinación numérica del color de los distintos tratamientos en la pulpa de palta cv. Edranol

Día 0	L	a	b.	c	color
T 0	65.3	- 12.9	36.6	48.81	amarillo verde luminoso
T 1	69.6	- 14.2	40.1	42.54	amarillo verde luminoso
T 2	75.3	- 9.0	44.5	45.40	amarillo verde luminoso
T 3	77.9	- 9.1	42.0	42.97	amarillo verde luminoso
Día 20					
T 0	62.2	- 12.9	42.1	44.03	amarillo verde apagado
T 1	53.7	- 13.7	42.2	44.36	amarillo verde vivo
T 2	59.5	- 10.7	38.7	40.15	amarillo verde apagado
T 3	49.5	- 15.8	37.0	40.23	amarillo verde apagado
Día 40					
T 0	53.6	- 12.1	39.8	40.22	amarillo verde apagado
T 1	66.0	- 14.2	43.5	45.75	amarillo verde vivo
T 2	45.4	- 8.7	30.8	32.00	amarillo verde apagado
T 3	46.4	- 12.5	37.2	37.24	amarillo verde apagado
Día 60					
T 0	52.5	- 12.4	38.8	40.73	amarillo verde apagado
T 1	64.9	- 13.3	43.5	45.21	amarillo verde vivo
T 2	68.5	- 8.1	39.1	39.93	amarillo verde grisáceo
T 3	63.8	- 7.2	29.9	30.76	amarillo verde grisáceo

el testigo y el tratamiento 1 (ác ascórbico 0.3 %, ácido cítrico 0.2 % y sal 2.0 %), A diferencia de los cv Fuerte y Hass, la situación de la pulpa presentada como trozos, en esta variedad, aparecen pardeados el día 60, en la cuarta evaluación, permaneciendo 20 días más que el resto de los tratamientos sin mostrar pardeamiento, con un color aceptable para el consumo como lo es el amarillo verde apagado. (Cuadro 20)

Para el cv. Bacon, en la primera evaluación, todos los tratamientos presentan el mismo color amarillo apagado; luego, en la segunda fecha de evaluación, es notable el pardeamiento que sufren el testigo y los tratamientos preparados como trozos, apreciándose un notorio efecto de la variedad en el pardeamiento enzimático sufrido; por lo tanto, se puede concluir que para esta formulación en trozos, los antioxidantes usados o sus dosis no tiene efecto. (Cuadro 21)

Cuadro 22, Determinación numérica del color de los distintos tratamientos en la pulpa de palta cv. Bacon

Día 0	L	a	b.	c	color
T 0	43.2	- 8.4	36.0	36.97	amarillo apagado
T 1	59.8	- 7.0	34.2	34.91	amarillo apagado
T 2	42.1	- 9.1	33.3	34.52	amarillo apagado
T 3	55.8	- 2.2	32.4	32.51	amarillo apagado
Día 20					
T 0	50.3	- 0.9	23.5	23.52	amarillo grisáceo
T 1	70.4	- 10.1	32.5	34.03	amarillo verde claro
T 2	49.0	3.8	20.5	20.95	amarillo grisáceo
T 3	56.0	1.4	56.0	22.24	amarillo grisáceo

## 6.0.- CONCLUSIONES

- Existe un efecto de los cultivares sobre la calidad final de la pulpa congelada, siendo más notorio en el cv. Bacon, cuya calidad sólo se mantuvo hasta los 20 días de iniciado el ensayo. El cv. Fuerte conservó su calidad por un período comprendido entre los 20 - 40 días; en cambio las variedades Hass y Edranol obtuvieron mejores calificaciones desde el inicio del ensayo manteniendo su calidad por 40-60 y 60 días, respectivamente.

La respuesta de la pulpa de palta respecto al tiempo de almacenaje y calidad final en todos los cultivares dependió de la forma de procesamiento de los frutos :

El congelado de pulpa procesada como puré, conserva por mayor tiempo sus índices de calidad sensorial, color, pH y acidez.

El congelado de pulpa procesada en trozos, sufre un fuerte pardeamiento enzimático una vez descongelada, afectando los índices de calidad sensorial y comercial, lo que se acentúa en las últimas fechas evaluadas.

Respecto a las dosis de aditivos, el tratamiento que resultó ser más efectivo para controlar el pardeamiento enzimático fue aquél que contiene ácido ascórbico al 0.3 % , ácido cítrico al 0.2 % y sal 2 %, el cual mantuvo el color en Fuerte, Hass y Edranol hasta los 60 días, sin presentar coloraciones oscuras.

## 7.0.- 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 ), cultivares *Fuerte*, *Hass*, *Edranol* y *Bacon* bajo distintas formulaciones.

La pulpa fue procesada en dos modalidades, como puré (un tratamiento, más el testigo) y en trozos ( dos tratamientos). Los antioxidantes utilizados fueron ácido ascórbico, ácido cítrico y sal, los cuales fueron mezclados en proporciones variables.

Las pulpas se mantuvieron en una cámara de congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 60 días, durante el cual se sometieron a evaluaciones periódicas cada 20 días, respecto al pH, acidez, color y en un panel sensorial.

Los resultados obtenidos indican que la modalidad de pulpa procesada en trozos no es viable con ninguno de los tratamientos antioxidantes utilizados , además de ser indiferente de la variedad.

Por el contrario el tratamiento como puré de palta, mostró una respuesta positiva en su conservación, dependiendo de la variedad, era más o menos prolongado el período en que mantenía sus características físicas y organolépticas sin deterioro.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

ACHONDO, J.P. 1991. Principios básicos y equipos de congelación. Fundación Chile. Santiago. Fundación Chile. 5.1 - 5.1.lp

AGUDELO, C.A. 1993. Conservación de pulpa congelada de palta (Persea americana). Alimentos 18 (4) 11-14

AGUILERA, M.J. 1994. Evaluación de congelado en palta (Persea americana Mili) variedad Hass bajo distintas formulaciones. Taller de titulación Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79p.

AID. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TÉCNICA. 1968. Cómo proteger nuestros alimentos. México UTEHA. 594 p

ARATA, N., YUNISIC, M. 1983. Industrialización de palta. El Campesino (12): 36 - 39.

ARTHEY, D. and DENNIS, H. 1992. Procesado de Hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza. España 246 p

BIALE, J. and YOUNG, R. 1971. Pate I The avocado pear. IN: Hulme, A. Eds. The biochemistry of fruit and their producís. London Acad Press. pp.2 - 60

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

CALABRESE, F. 1992. El aguacate. Madrid, MundiPrensa 249 p

- CARLES, L. 1982. Comment résoudre les excédents fruitiers. Stabilisation par la congélation. L'Arboriculture Fruitiers 337 (Mars): 54-56.
- CARVALLO, M. y SCHAFFELD, G. 1983. Formulación de un producto untable de palta. Alimentos, vol 8 (4). 9 - 14
- CHEFTEL. J.C. , CHEFTEL H. and BESANCON, P. 1976. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España, vol 1404 p y vol II 333 p
- CORTES, R., GONZÁLEZ, Z, PENNACCHIOTTI, M., PARRAGUIRRE, A. 1971. Estudio de las condiciones químicas y tecnológicas para una posible industrialización de la palta. Rev ATA XXII (2) : 295 - 330
- CUMMINGS, K. and SCHROEDER, C. 1975. Anatomy of the avocado fruit. Calif Avoc Soc Yearb : 56 - 64
- DOSSAT, R. 1970. Principios de refrigeración. México. Cecs. 200p.
- ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de palto de las variedades : Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass, desde la última etapa de desarrollo hasta madurez fisiológica. Tesis Ing Agr Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- FERSINI, A. 1975. El cultivo del aguacate. México. Diana 123p.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota. 201 p.
- GÓMEZ, 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. Fruit 20 (2): 40 - 57.
- 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. 102p.
- I.F.T. 1986. Sulfitos as food ingredient. Food Technology 40(6)47-52.
- INTEC - CORFO. 1979. Industrialización de la palta. Informe técnico. Corfo. Santiago. 13p.
- KIGER, F., CEBALLOS, S., BASAEZ, G. y GALEB, P. 1980. Conservación de palta (Persea americana M) variedad Fuerte, mediante el uso de aditivos químicos y bajas temperaturas. Investigación agrícola v 6 (1): 33-38
- LATORRE, F.G. 1994. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto cv. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsel Tesis Ing Agr, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- LIME, B. 1969. Preparation and storage studies of freeze dried avocado salad. Food technology. 23: 317 - 320
- MAEFIC, G. and STAHL, A. 1955. Investigations on the utilization of cull avocados. Pro Fia Hort Soc 68: 136-137
- MAZLIAK, P. 1971. Constitution lipidique de l'avocat Fruits 20(3) 117- 122.
- OLAETA, J.A. 1991. Industrialización de paltas. IN: Curso internacional producción, postcosecha y comercialización de paltas. Viña del Mar. 2 al 5 oct. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1-6p

- OLHAGARAY, J. 1989. Cadena de frío y calidad de frutas y hortalizas congeladas Fundación Chile. Santiago, Fundación Chile. 1 - 7p
- PANTASTICO, E., SUBRAMANYAM, H., BHATTI, B., ALI, N. and AKAMINE, S. 1979. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruit and vegetables. México, Continental. 663p
- PLANK, R. 1963. El empleo del frío en la industria de la alimentación. España, Reverte. 805p.
- POTTER, N. 1970. La ciencia de los alimentos. México, Edutex. 749p.
- RODRÍGUEZ, M.T. 1989. Consideraciones generales sobre manejo almacenamiento y alternativas de procesamiento del aguacate. IN: III Reunión técnica de la red Latinoamérica de agroindustria de frutas tropicales. "Producción, transferencia y comercialización de frutas tropicales ". FAO y FNCC. 107-122 p.
- ROJAS, C. 1987. Efecto del estado de madurez sobre el congelado en pulpa de palta ( pasta y rodajas) cv. Bacon, Edranol, Fuerte, Hass y Zutano. Tesis Ing Agr Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 47p.
- SCHMIT - HEBBEL, H. 1981. Ciencia y tecnología de los alimentos. Alfabetá editores, Santiago, 265p.
- STEPHENS, T. and GRIFFITHS, F. 1957. Preparation of a frozen avocado mixture for guacamole. J. Río Grande Valley. Hort Soc 12 : 81 - 87.
- VALENZUELA, A.M. 1986. Extracción y caracterización del aceite de palta. Tesis Ing Bioquímico, Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería. 106p.

YUNISIC, M. 1978. Estudio de adaptabilidad industrial de dos variedades de palta a un proceso de pulpa estabilizada. Tesis Ing Ejec Alimentos, Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Pesquerías y Alimentos. 69p.

# ANEXOS

Anexo 1.- Planilla de degustación para congelado de paltas.

VARIEDAD		FECHA			
PARÁMETROS		T0	T1	T2	T3
	1 Muy buena				
APARIENCIA	2 Buena				
	3 Mala				
	1 Verde oscuro				
COLOR	2 V. amarillento				
	3 Café				
	1 Suave				
TEXTURA	2 Gruesa				
	3 Áspera				
	1 Agradable				
AROMA	2 Indiferente				
	3 Desagradable				
	1. Muy bueno				
SABOR	2 Regular				
	3 Malo				

Observaciones:

---



---

Anexo 2. Resultados de los análisis de varianza para pH y acidez de la variedad Fuerte.

TABLA 1 : ANOVA para el pH de pulpa de palta cv. Fuerte.

F. de Variación	gl.	S.Cuadrados	S.C.Medios	F	F tabla
Productos (P)	3	23.4461	7.8154	246.61 *	2.92
Fechas (F)	3	0.1584	0.0528	1.67	2.92
P*F	9	0.3163	0.0351	1.11	2.21
Error	32	1.0141	0.0317		
Total	47	24.9349		C.V. =	3.2%

TABLA 2 : Diferencias de Medias para pH de pulpa de palta cv. Fuerte

(HSD = 0.21)

TRATAMIENTOS		T1	T3	T2	T0
		4.40	5.45	6.01	6.19
T1	4.40	-			
T3	5.45	1.05 *	-		
T2	6.01	1.61 *	0.56 *	-	
T0	6.19	1.79 *	0.74 *	0.18	-

TABLA 3 : ANO VA para la Acidez de pulpa de palta cv. Fuerte

F.de variación	gl.	S.Cuadrados	S.C.Medios	F	F tabla
Productos (P)	3	741.8662	247.2887	526.00 *	2.92
Fechas (F)	3	0.9995	0.3332	0.71	2.92
P*F	9	3.6171	0.4019	0.86	2.21
Error	32	15.0443	0.4701		
Total	47	761.5272			C.V. = 12.8%

TABLA 4 : Diferencias de Medias para la Acidez de pulpa de palta cv. Fuerte.

(HSD= 0.82)

TRATAMIENTOS		T2	T0	T3	T1
		2.91	3.15	3.23	12.17
T2	2.91	-			
T0	3.15	0.24	-		
T3	3.23	0.32	0.08	-	
T1	12.17	9.26 *	9.02 *	8.94 *	-

\* Indica diferencias significativas al 5 %.