

# Efecto del pH, tipo de envase y tiempo de almacenamiento sobre la oxidación lipídica, color y aceptabilidad general del puré de palta (*Persea americana* Mill) variedad Fuerte

Effect of pH, type of package, and the refrigerated storage on lipid oxidation, color, and general acceptability of avocado puree (*Persea americana* Mill), Strong variety

Carmen Vallejos Rojas<sup>1</sup>, Luis Márquez Villacorta<sup>2</sup>,  
Carla Pretell Vásquez<sup>3</sup>, Carmen Rojas Padilla<sup>4</sup>

## RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto del pH, tipo de envase y tiempo de almacenamiento refrigerado a 6 °C sobre la oxidación lipídica, color y la aceptabilidad general del puré de palta (*Persea americana* Mill), variedad Fuerte. Se estudió 4 tratamientos resultado de la interacción del pH (4.0 y 4.5) y el tipo de envase (bolsa de polietileno de alta densidad y film CPA 3S), así como, sus respectivos controles para cada envase. Cada 7 días fue evaluado el índice de peróxidos y parámetros de color L\*, a\* y b\*. La aceptabilidad general fue realizada al inicio y final del almacenamiento. El análisis estadístico para las variables paramétricas y no paramétricas fue efectuado con un nivel de confianza del 95%. El análisis de varianza indicó un efecto significativo del pH, tipo de envase, tiempo de almacenamiento, las interacciones envase-tiempo y pH-tiempo sobre la oxidación lipídica. Se determinó que el efecto del pH, tipo de envase, tiempo de almacenamiento, así como, sus interacciones, fueron significativos sobre los parámetros de luminosidad L\*, cromaticidad a\* y b\*. La prueba Duncan indicó que el puré de palta variedad Fuerte estabilizado a pH 4.0 y envasado con film CPA 3S registró el menor valor de peróxidos y el mayor valor de cromaticidad b\*, mayor valor de luminosidad L\* y el menor valor de cromaticidad a\*, durante 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C. La prueba de Kruskal Wallis mostró la existencia de un efecto significativo del pH y tipo de envase sobre la aceptabilidad general del puré de palta Fuerte a los 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C. La prueba de Mann-Whitney indicó que el tratamiento a pH 4.5 y film CPA 3S fue el mejor en cuanto a su aceptación general con un valor de 7 de la escala hedónica de 9 puntos.

**Palabras clave:** Puré de palta, oxidación lipídica, color, aceptabilidad general.

---

<sup>1</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias. Egresada de la Universidad Privada Antenor Orrego.

<sup>2</sup> Ingeniero en Industrias Alimentarias, Maestro en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego (lmarquezv01@yahoo.es).

<sup>3</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias, Maestra en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego.

<sup>4</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias, Maestra en Microbiología y Biotecnología Industrial. Docente de la Universidad Nacional de Trujillo.

## ABSTRACT

The goal of this research was to evaluate the effect of pH, type of package (high density polyethylene bag and 3S CPA film), and the refrigerated storage time at 6 °C on lipid oxidation, color, and general acceptability of puree of avocado (*Persea americana* Mill) Strong variety. For treatments were studied considering the interaction of pH (4.0 and 4.5) and the type of package (high density polyethylene bag and CPA 3S film), with their controls for each package. Every seven days, peroxide index and L\*, a\*, and b\* color parameters were evaluated. The general acceptability was established at the beginning and end of storage. The statistical analysis for the parametric and nonparametric variables was made with a confidence level of 95%. According to the statistical analysis, significant effect of pH, type of package, time of storage, package-time and pH-time interactions on lipid oxidation was found. Also, it was determined that the effect of pH, type of package, and time of storage, and their interactions, was significant on luminosity L\* and chromaticity values a\* and b\*. The Duncan test indicated that the avocado puree stabilized at pH 4.0 and package in CPA 3S film had the lowest peroxide index and the highest value of chromaticity b\*. Also, avocado puree stabilized at pH 4.5 and package in CPA 3S film had the highest value of brightness L\* and the lowest value of chromaticity a\* during 28 days of refrigerated storage at 6 °C. Kruskal Wallis test determined that there was significant effect of pH and type of packaging on general acceptability of avocado puree stored for 28 days at 6 °C. The Mann-Whitney test showed that the treatment of pH 4.5 and CPA 3S film was the best in terms of general acceptance with a value of seven in the nine-point hedonic scale.

**Key words:** Avocado puree, lipid oxidation, color, general acceptability.

## 1. INTRODUCCIÓN

El comercio mundial de palta ha crecido, debido al incremento sostenido de la demanda por las tendencias de consumo y una mayor promoción (Carreras y otros, 2007), que también se muestra en el Perú, habiendo crecido las exportaciones en un 20% entre los años 2000-2008 (Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2008). Esto se debe principalmente a las condiciones ambientales y climáticas favorables que presenta nuestro país, lo cual permite producir palta durante todo el año (Carreras y otros, 2007).

La tendencia tradicional es la exportación en estado natural; para lo cual se requieren ciertos índices de calidad como: tamaño, forma, color de la cáscara, peso, contenido mínimo de grasa, entre otras características, a lo cual no toda la producción nacional lo cumple. Las paltas presentan maduración acelerada y reaccionan ante las lesiones producidas en la cáscara con la aparición de manchas marrones desagradables que pueden hacerlas poco apetecibles; por lo que requieren de un rápido transporte y un adecuado sistema de conservación en refrigeración. Es por ello, que la reciente comercialización en el mercado internacional se está realizando bajo la modalidad de pulpa de palta congelada, lo cual permite ahorrar el costo de transporte por efecto de la semilla y la cáscara (Hernández, 2006).

La palta presenta variados usos como productos industrializados: pulpas como base para productos untables como el puré, frescas, refrigeradas, mitades congeladas, y en aceite (Silverio y Otros, 2008). Dentro de las alternativas nombradas, el puré de palta congelado ha sido el que ha tenido un mayor volumen de producción al ser utilizado como base para productos untables en canapés, papas fritas y galletas saladas, entre otras; constituyendo la base del guacamole, muy popular en México, país con mayor consumo en el mundo, y en Estados Unidos y Europa como base de las comidas denominadas “Tex-Mex” (Silverio y otros, 2008).

El principal problema que se presenta en la exportación de pulpa de palta es el cambio en el color característico de la variedad, hacia tonalidades oscuras; cambio en el sabor durante el almacenamiento congelado y posterior transporte; adicionalmente tiene un 25% de grasa predominando la concentración de ácidos grasos insaturados causantes de la oxidación lipídica (Hernández, 2006).

Los objetivos propuestos en esta investigación fueron:

- Determinar el efecto del pH, tipo de envase y tiempo de almacenamiento sobre la oxidación lipídica, color y aceptabilidad general del puré de palta variedad Fuerte.

- Determinar el valor de pH, tipo de envase y tiempo de almacenamiento que permita obtener los menores valores de oxidación lipídica, los mayores parámetros de color, y la mayor aceptabilidad general en el puré de palta variedad Fuerte.

## 2. METODOLOGÍA EMPLEADA

### 2.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis fueron realizados en el laboratorio de Ciencia de Alimentos de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

### 2.2. Materia prima

Los frutos de palta (*Persea americana* Mill) variedad Fuerte fueron obtenidos del Mercado La Hermelinda de Trujillo, procedentes del valle de Chao - La Libertad.

### 2.3. Elaboración y evaluación del puré de palta

Las paltas fueron seleccionadas eliminándose los frutos con daño físico (golpes o magulladuras) y microbiológico (hongos). Se trabajó con productos medianos de peso aproximado entre 180 - 220 g. El estado de madurez se determinó sensorialmente mediante textura táctil, escogiéndose los frutos suaves. Las paltas fueron lavadas y desinfectadas por inmersión en hipoclorito de sodio (150 ppm) durante 5 minutos. El pelado se realizó en forma manual con ayuda de cuchillos de acero inoxidable, separando la parte carnosa, que fue homogeneizada en un molino picatodo hasta la obtención de un puré uniforme, al cual se adicionó 0,5% de ácido ascórbico y 2 % sal. El color inicial del puré se estabilizó mediante la adición de ácido cítrico disminuyendo el valor hasta pH 4.0 (pH<sub>1</sub>) y pH 4.5 (pH<sub>2</sub>). El producto final fue envasado en bolsas de polietileno de alta densidad (Env<sub>1</sub>) y film CPA 3S (Env<sub>2</sub>), y sellado herméticamente, para su almacenamiento en refrigeración a 6 °C. Para cada tipo de envase fue considerado un testigo. El día inicial y a los 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento, el índice de peróxidos y parámetros de color L\*, a\* y b\* fueron evaluados. La evaluación sensorial fue realizada al inicio y final del almacenamiento.

## 2.4. Análisis

### 2.4.1. Determinación de pH

Método potenciométrico (AOAC, 1995).

### 2.4.2. Color

Las características de color en el puré de palta fueron medidas con el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400 (Japón), para determinar los valores de: 1) L\*, luminosidad (0, negro; 100, blanco), 2) a\* (de rojizo a verduzco) y, 3) b\* (de amarillento a azulado). El colorímetro fue calentado durante 20 minutos y calibrado con un blanco estándar. Las medidas fueron tomadas en seis oportunidades diferentes y se registró el promedio (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

### 2.4.3. Determinación de la oxidación lipídica del puré de palta

#### Extracción de aceite

El puré de palta se calentó a 60 °C por 30 minutos y periódicamente se agitó de forma mecánica para ayudar a la destrucción enzimática de las células aceitosas. A continuación, la pasta se centrifugó a 5300 rpm por 40 minutos. La fase sobrenadante se separó de la fase acuosa y se filtró para remover los residuos (Elez y otros, 2005).

#### Determinación de peróxidos

En un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se pesó 5 g de aceite y se disolvió bajo agitación mecánica, en 30 mL de mezcla de ácido acético y cloroformo (3:2). Se agregó 0,5 mL de solución saturada de yoduro potásico, se agitó vigorosamente durante 1 minuto y se adicionó 30 mL de agua destilada. Luego se tituló con tiosulfato de sodio 0,01 N hasta la desaparición del color amarillo; después de agregar 0,5 mL de almidón soluble al 1% se continuó la titulación y agitación, hasta que desapareció el color azul-violeta. Finalmente, el valor del índice de peróxidos (IPO) expresado como mili-equivalentes por 1000 g de muestra fue determinado (AOAC, 1995).

El IPO se calculó de acuerdo a:

$$IPO = \frac{(a - b) \times N}{p} \times 1000$$

IPO: valor de índice de peróxidos (meq O<sub>2</sub>/kg)

a: volumen (mL) de tiosulfato de sodio gastados en la titulación principal.

b: volumen (mL) de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco.

N: Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

p: peso de la muestra (g).

#### 2.4.4. Análisis sensorial de aceptabilidad general

Se aplicó una prueba de aceptabilidad general, utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Las 4 muestras de puré fueron evaluadas por 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 1994), quienes calificaron de acuerdo al grado de aceptación. El valor más alto de calificación de 9 puntos fue para “me agrada enormemente”, el de 5 puntos para “ni me agrada ni me desagrada” y el de 1 punto para “me desagrada enormemente”,

#### 2.5. Análisis estadístico

Los resultados de la oxidación lipídica y parámetros de color fueron evaluados por el análisis de varianza (ANVA) y prueba de comparaciones múltiples de Duncan. Los valores del análisis sensorial fueron evaluados mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Mann-Whitney. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de confianza del 95%. Se utilizó el programa Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) para Windows, versión 17.0 (SPSS Inc., 2008).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Oxidación de lípidos en el puré de palta

En la Figura 1, se muestra el índice de peróxidos en el puré de palta en función de los días de almacenamiento refrigerado. A medida que pasaron los días en

almacenamiento refrigerado a 6 °C, el índice de peróxidos se incrementó en todos los tratamientos. Resultados similares fueron reportados por Henríquez (2008) en tiras de palta Fuerte mínimamente procesadas, tratadas por inmersión en agentes antioxidantes (ácido ascórbico, ácido cítrico y EDTA); y envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad, durante 8 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.

Elez y otros (2005) observaron en el puré de palta variedad Hass, tratado con agentes inhibidores ( $\alpha$ -tocoferol, ácido ascórbico y EDTA), un aumento lineal en la oxidación de lípidos durante 24 semanas de almacenamiento refrigerado a 4 °C.

La forma principal de oxidación de los lípidos es mediante una reacción de propagación en cadena de radicales libres, en la que a partir de ácidos grasos oxidables (libres o formando parte de lípidos más complejos) y oxígeno se forman hidroperóxidos (Elez y otros, 2005). La pulpa de palta contiene enzimas, entre ellas la lipasa, que descompone las grasas, dando lugar al enranciamiento hidrolítico o lipolítico (Bower, 2005).

#### 3.2. Efecto combinado del pH, envase y tiempo de almacenamiento sobre el puré de palta

El Cuadro 1 contiene el análisis de varianza del índice de peróxidos en el puré de palta.

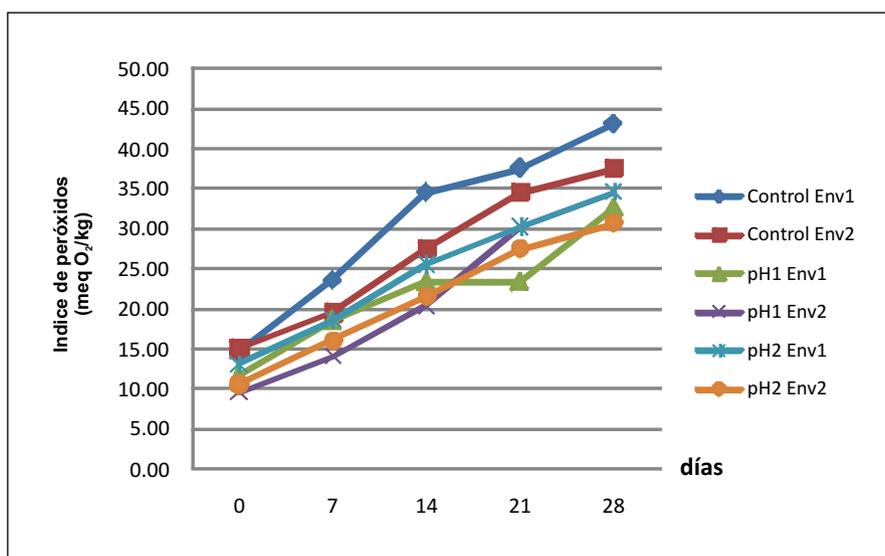


Figura 1. Índice de peróxidos en el puré de palta en función de los días de almacenamiento refrigerado.

Cuadro 1  
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS  
EN EL PURÉ DE PALTA

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p
	envase (A)	184,801	1	184,801	102,468	0,000
	pH (B)	621,374	2	310,687	172,269	0,000
	tiempo (C)	3886,673	4	971,668	538,768	0,000
Índice de peróxidos	A*B	1,281	2	0,640	0,355	0,704
	A*C	20,119	4	5,030	2,789	0,044
	B*C	59,107	8	7,388	4,097	0,002
	Error	54,105	30	1,804		
	Total	4847,882	59			

El análisis de varianza muestra que el envase, pH, tiempo de almacenamiento, las interacciones: envase-tiempo de almacenamiento y pH-tiempo de almacenamiento tuvieron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% sobre la formación de peróxidos en el puré de palta.

Henríquez (2008) reportó un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% de las variables inmersión en agentes antioxidantes (ácido ascórbico, ácido cítrico y EDTA) y tiempo de almacenamiento sobre la oxidación de lípidos en tiras de palta Fuerte envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad, y almacenadas durante 8 días a 6 °C.

Elez y otros (2005) determinaron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95%, de la adición de agentes antioxidantes ( $\alpha$ -tocoferol, ácido ascórbico y EDTA) y la atmósfera de almacenamiento (vacío y aire) en el puré almacenado a 4 °C.

La prueba de Duncan para la oxidación de lípidos en el puré de palta (no se presenta) demostró que existió efecto significativo denotado por la formación de subgrupos. En el subgrupo 10 se tuvo al tratamiento  $pH_1Env_2$  (pH 4.0 y film CPA 3S) que presentó el menor valor de índice de peróxidos (29,00 meq  $O_2/kg$ ), a los 28 días de almacenamiento a 6 °C.

Elez y otros (2005) reportaron que el índice de peróxidos del puré de palta con aditivos (tocoferol, ácido ascórbico y EDTA) almacenadas con y sin vacío a 4 °C durante 24 semanas oscilaron entre 20,25 y 23,45 meq  $O_2/kg$ .

### 3.3. Valores de luminosidad $L^*$ y cromaticidad $a^*$ y $b^*$ en el puré de palta.

En la Figura 2, se muestran los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en función de los días de almacenamiento refrigerado en el puré de palta.

Se observa una disminución, en la mayoría de los casos de tendencia lineal en el valor de luminosidad; es decir, a medida que transcurrieron los días en almacenamiento refrigerado a 6 °C, el valor de  $L^*$  descendió ligeramente, tornándose el puré de palta ligeramente oscuro. Soliva y otros (2002) indicaron una disminución exponencial en los valores de luminosidad en el puré de palta variedad Hass tratado con agentes inhibidores del pardeamiento enzimático (ácido ascórbico y EDTA), y almacenado en diferentes atmósferas ( $N_2$ , vacío y aire) durante los 120 días en oscuridad a 4 °C.

El pH y oxígeno influyen sobre la actividad de la polifenoloxidasas. El ajuste del pH con ácido cítrico, ácido málico o fumárico a un valor de 4 o menos, controla del pardeamiento en el puré de palta, guacamole y otros. La disminución de la actividad enzimática, se atribuye a que agentes quelantes como el ácido cítrico remueven el cobre en el sitio activo de la enzima polifenoloxidasas (Soliva y otros, 2001).

Con respecto al valor de  $a^*$ , en la Figura 2, se observa una tendencia ascendente en las curvas a medida que pasaron los días en almacenamiento refrigerado a 6 °C (decreció la intensidad del color verde

para pasar a colores rojizos), denotándose un aumento más pronunciado al final del almacenamiento en el tratamiento control y puré pH 4.5, envasados en bolsas de polietileno de alta densidad.

Soliva y otros (2002) indicaron que el cambio en los valores de cromaticidad  $a^*$  en el puré de palta variedad Hass es debido al oscurecimiento enzimático, debido a la polifenoloxidasas, y la degradación del contenido de clorofila por acción de la clorofilasa o cloroxidasas.

Hernández (2006) determinó un incremento de los valores de  $a^*$ , en el puré de palta variedad Hass almacenado en congelación a  $-18\text{ }^\circ\text{C}$ .

En cuanto al valor  $b^*$ , asociado sensorialmente a los colores amarillos y azul; observamos en la Figura 2 que los valores presentaron una leve disminución durante los 28 días de almacenamiento refrigerado a  $6\text{ }^\circ\text{C}$ , a excepción de la muestra control del envase de

polietileno de alta densidad, donde se evidenció un marcado decrecimiento al final del almacenamiento. Resultados similares fueron reportados por Hernández (2006), en el puré de palta variedad Hass, donde los tratamientos con aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio) mantuvieron casi constantes los valores de  $b^*$  durante el almacenamiento congelado a  $-18\text{ }^\circ\text{C}$ .

### 3.4. Efecto combinado del pH, envase y tiempo de almacenamiento sobre los valores de luminosidad $L^*$ en el puré de palta.

En el Cuadro 2, se muestra el análisis de varianza de los valores de luminosidad  $L^*$  en el puré de palta. El envase, pH, tiempo de almacenamiento y sus interacciones tuvieron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% sobre los valores de  $L^*$ .

Cuadro 2  
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS VALORES DE LUMINOSIDAD  $L^*$   
EN EL PURÉ DE PALTA

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p
$L^*$	envase (A)	30,303	1	30,303	391,021	0,000
	pH (B)	119,578	2	59,789	771,502	0,000
	tiempo (C)	190,567	4	47,642	614,758	0,000
	A*B	6,201	2	3,101	40,008	0,000
	A*C	14,583	4	3,646	47,044	0,000
	B*C	51,907	8	6,488	83,724	0,000
	Error	2,325	30	0,077		
	Total	422,703	59			

Cuadro 3  
ANÁLISIS DE VARIANZA DE CROMATICIDAD  $a^*$  EN EL PURÉ DE PALTA

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p
$a^*$	envase (A)	22,953	1	22,953	442,686	0,000
	pH (B)	3,101	2	1,551	29,908	0,000
	tiempo (C)	116,418	4	29,104	561,339	0,000
	A*B	2,361	2	1,181	22,771	0,000
	A*C	25,880	4	6,470	124,786	0,000
	B*C	10,661	8	1,333	25,701	0,000
	A*B*C	7,030	8	0,879	16,950	0,000
	Error	1,555	30	0,052		
Total	189,959	59				

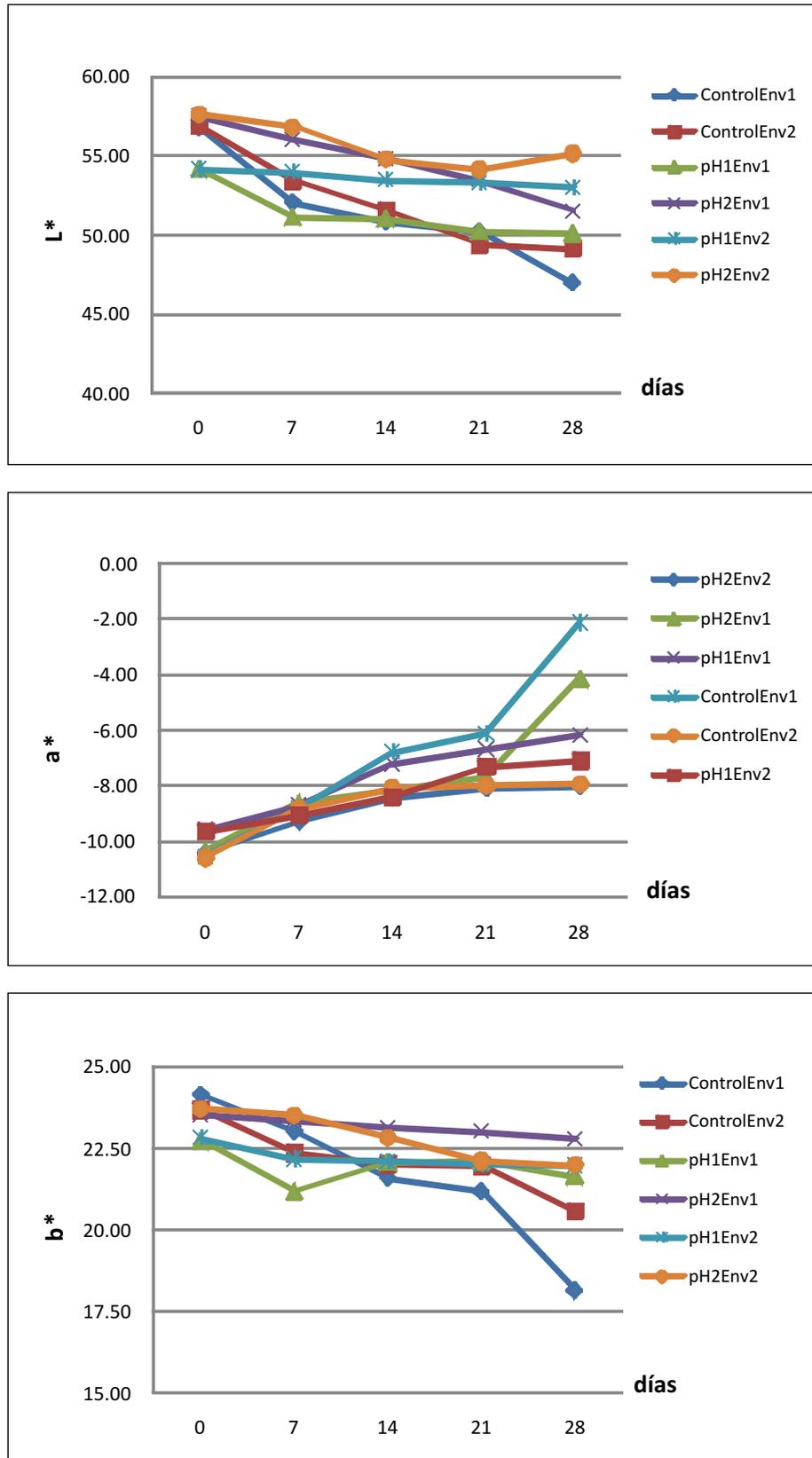


Figura 2. Valores L\*, a\* y b\* en el puré de palta en función de los días de almacenamiento refrigerado.

Cuadro 4  
ANÁLISIS DE VARIANZA DE CROMATICIDAD  $b^*$  EN EL PURÉ DE PALTA

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P
	Envase (A)	1,984	1	1,984	11,495	0,002
	pH (B)	9,688	2	4,844	28,067	0,000
	Tiempo (C)	35,685	4	8,921	51,692	0,000
$b^*$	A*B	1,134	2	0,567	3,287	0,050
	A*C	3,888	4	0,972	5,633	0,002
	B*C	14,417	8	1,802	10,442	0,000
	Error	5,178	30	0,173		
	Total	76,020	59			

Hernández (2006) determinó en el puré de palta variedad Hass que la aplicación de aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio) presentó una influencia significativa a un nivel de confianza del 95% sobre la luminosidad, durante el almacenamiento en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Soliva y otros (2001) determinaron la influencia significativa, a un nivel de confianza del 99%, de la adición de agentes antioxidantes (ácido ascórbico y EDTA) y la atmósfera de almacenamiento (bajo  $\text{N}_2$ , vacío y aire) sobre los valores de luminosidad en el puré de palta, durante su almacenamiento en oscuridad a  $4^{\circ}\text{C}$ .

En la prueba de Duncan para los valores de  $L^*$  (no se presenta), se observó un efecto significativo denotado por la formación de subgrupos. En el subgrupo 14, encontramos que el tratamiento  $\text{pH}_2\text{Env}_2$  (pH 4.5 y Film CPA 3S) registró el mayor valor de  $L^*$  (55,34) a los 28 días de almacenamiento a  $6^{\circ}\text{C}$ .

Hernández (2006) demostró que los tratamientos con aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio) son los que conservaron mejor la luminosidad del puré de palta variedad Hass durante el almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$ , comparados con los tratamientos sin aditivos.

### 3.5. Efecto combinado del pH, envase y tiempo de almacenamiento sobre los valores de cromaticidad $a^*$ en el puré de palta.

El envase, pH, tiempo de almacenamiento refrigerado y sus interacciones tuvieron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% sobre los valores de  $a^*$  (Cuadro 3).

Hernández (2006) determinó en el puré de palta variedad Hass almacenado en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$ , que la aplicación de aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio) tuvo influencia significativa sobre los valores de  $a^*$ .

En la prueba de Duncan de los valores de  $a^*$  (no se presenta), se observó efecto significativo denotado por la formación de subgrupos. En el subgrupo 9 se encontró el tratamiento  $\text{pH}_2\text{Env}_2$  (pH 4.5 y Film CPA 3S), que registró el menor valor de  $a^*$  ( $-8,1$ ) hasta los 28 días de almacenamiento a  $6^{\circ}\text{C}$ .

Hernández (2006) señaló que el uso de aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio) y envasado al vacío mantuvieron los valores de cromaticidad de  $a^*$  en el puré de palta almacenado en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

### 3.6. Efecto combinado del pH, envase y tiempo de almacenamiento sobre los valores de cromaticidad $b^*$ en el puré de palta.

El tipo de envase, pH, tiempo de almacenamiento y sus interacciones tuvieron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% sobre la cromaticidad  $b^*$  (Cuadro 4).

Hernández (2006) determinó que la aplicación de aditivos (ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio), tuvo influencia significativa al nivel de confianza del 95% sobre los valores de cromaticidad  $b^*$  en el puré de palta variedad Hass almacenado en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

En la prueba de Duncan, los valores de cromaticidad  $b^*$  (no se presenta) demostraron que existió efecto

to significativo denotado por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4 los tratamientos pH<sub>2</sub>Env<sub>2</sub> (pH 4,5 y Film CPA 3S) y pH<sub>1</sub>Env<sub>2</sub> (pH 4,0 y film CPA 3S), presentaron los mayores valores de b\* con 21,99 y 22,22, respectivamente, a los 28 días de almacenamiento a 6 °C.

Hernández (2006) estableció que los tratamientos con aditivos (ácido ascórbico, ácido cítrico y sorbato de potasio) y envasado en atmósfera modificada mantuvieron mejor los valores de cromaticidad b\* en el puré de palta variedad Hass almacenado en congelación a -18 °C.

### 3.7. Efecto del pH, envase y tiempo de almacenamiento sobre la evaluación sensorial en el puré de palta.

La prueba de Kruskal-Wallis determinó la influencia significativa de las variables evaluadas sobre las características sensoriales del puré de palta (Cuadro 5). Esta prueba no paramétrica es equivalente a una forma de análisis de varianza (Montgomery, 2002). En el día 0, se observó un valor  $p > 0,05$ , lo cual demostró que no existió diferencia significativa, y en el día 28, el valor  $p < 0,05$ , evidenció un efecto significativo en la aceptación general del puré de palta.

E-Safi y otros (2003) afirmaron que las propiedades organolépticas en las frutas como el color, gusto y amargura están relacionadas cercanamente con la composición inicial fenólica; y que tales compuestos están relacionados con el pH, temperatura y luz.

Soliva y otros (2004) determinaron que la adición de agentes químicos debe ser limitada porque si es

utilizada en altas concentraciones, puede ejercer una influencia negativa sobre la percepción sensorial del puré de palta.

El promedio más alto 7, que correspondió a una percepción de me gusta en la escala hedónica de nueve puntos lo obtuvo el tratamiento pH<sub>2</sub>Env<sub>2</sub> (pH 4.5 y envase Film CPA 3S), a los 0 y 28 días.

La prueba de Mann-Whitney, es usada para obtener información complementaria a la prueba de Kruskal-Wallis, cuando esta resulta significativa (Montgomery, 2002). En esta prueba se compararon todos los tratamientos con el que obtuvo el mayor puntaje, a juicio de los panelistas (Cuadro 6).

En el Cuadro 6, la Prueba de Mann-Whitney demostró que, a los 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C, el tratamiento pH<sub>2</sub>Env<sub>2</sub> (pH 4.5 y film CPA 3S) presentó diferencia significativa con los otros tratamientos. Al denotarse este efecto y además por presentar el mayor valor de aceptabilidad al final de la evaluación sensorial, el tratamiento pH<sub>2</sub>Env<sub>2</sub> fue considerado el mejor en características sensoriales.

## 4. CONCLUSIONES

- Existió un efecto significativo del pH, tipo de envase, tiempo, las interacciones envase-tiempo y pH-tiempo sobre la oxidación lipídica del puré de palta variedad Fuerte, durante 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.
- El efecto del pH, tipo de envase, y sus interacciones, fue significativo sobre la luminosidad L\*, cromaticidad a\* y b\*, en el puré de palta

Cuadro 5  
PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD GENERAL EN EL PURÉ DE PALTA

Día	Tratamiento	Moda	Media	Rango	Chi-cuadrado	P
0	pH1Env1	6	6	51,15	10,31	0,016
	pH2Env1	7	7	68,82		
	pH1Env2	6	6	50,25		
	pH2Env2	7	7	71,78		
28	pH1Env1	5	5	52,37	40,91	0,000
	pH2Env1	6	7	66,48		
	pH1Env2	3	1	34,07		
	pH2Env2	7	7	89,08		

Cuadro 6  
PRUEBA DE MANN - WHITNEY PARA LA EVALUACIÓN DE LA  
ACEPTABILIDAD GENERAL EN EL PURÉ DE PALTA

Día	Tratamientos	Aceptabilidad		
		Mann-Whitney	p	
28	pH1Env1	pH2Env1 (68,82)	307,0	0,031
	(51,15)	pH1Env2 (50,25)	262,5	0,005
		pH2Env2 (71,78)	161,5	0,000
	pH2Env1	pH1Env2 (50,25)	192,0	0,000
	(68,82)	pH2Env2 (71,78)	228,5	0,001
		pH1Env2	pH2Env2 (71,78)	102,5
(50,25)				

variedad Fuerte, durante 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.

- El puré de palta variedad Fuerte estabilizado a pH 4.0 y envasado con film CPA 3S registró el menor valor de peróxidos y el mayor valor de cromaticidad b\*, durante 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.
- El puré de palta variedad Fuerte estabilizado a pH 4.5 y envasado con film CPA 3S registró el mayor valor de luminosidad L\* y el menor valor de cromaticidad a\* durante 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.
- El puré de palta variedad Fuerte estabilizado a un pH 4.5 y envasado en film CPA 3S obtuvo la mayor aceptación general que correspondió a la percepción de “me gusta”, en la escala hedónica de nueve puntos durante los 28 días de almacenamiento refrigerado a 6 °C.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemists. 16<sup>th</sup>. Edition USA.
- Anzaldúa - Morales A. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Bower S. 2005. El palto. Bótonica, producción y usos. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Chile.
- Carreras S, Dolorier Y, Horna J, Landauro R. 2007. Planeamiento estratégico para la palta de exportación del Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Elez P, Soliva R, Gorinstein S, Belloso O. 2005. Natural antioxi-

dants preserve the lipid oxidative stability of minimally processed avocado purée. Journal of Food Science 70: 325-328.

- Es-Safi N, Cheynie V, Moutounet M. 2003. Implication of phenolic reactions in food organoleptic properties. Journal of Food Compositions and Analysis 50: 315-326.
- Henríquez S. 2008. Efecto combinado de agentes antioxidantes (ácido ascórbico, ácido cítrico, EDTA) en solución de inmersión y tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasas, la oxidación de lípidos y color en tiras de palta mínimamente procesadas. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.
- Hernández M. 2006. Evaluación del pardeamiento enzimático durante el almacenamiento en congelación del puré de palta (*Persea americana* Mill) Variedad Hass. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Maftoonazad N, Ramaswamy H. 2005. Postharvest shelf life extension of avocado using methyl cellulose-based coating. Lebensmittel-Wissenschaft and Technology 38: 617- 624.
- Montgomery D. 2002. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Editorial Limusa S.A., México.
- Silverio J, Salazar C, Arredondo O, Bernal A. 2008. Perfil comercial de palta. Secretaría de Desarrollo Rural. México.
- Sociedad de Comercio Exterior Del Perú. 2006. Investigación de mercados agrícolas. Disponible en :www.scomerce.-com/investigacion mercados, (2008, 22 octubre).
- Soliva R, Elez P, Sebastián M, Martín O. 2001. Evaluation of browning effect on avocado puree preserved by combined methods. Innovate Food Science and Emerging Technologies 1:261-268.
- Soliva R, Elez P, Sebastian M, Martín O. 2002. Kinetics of polyphenol oxidase activity inhibition and browning of avocado puree preserved by combined methods. Journal of Food Engineering 55:131-137.
- Soliva R, Elez P, Calderó M, Belloso O. 2004. Effect of combined methods of preservation on the naturally occurring microflora of avocado purée. Food Control 15: 11-17.