



Estudio del comportamiento de la pulpa congelada y del aceite de semillas obtenido de dos variedades diferentes de mamey *Colocarpum mammosum* (mamey colorado) y *Mammea americana* (mamey cartagena)

E. Cedeño¹, K. Viteri¹, A. Costa².

Ingeniera de Alimentos¹, M.Ed. Ingeniera de Alimentos².

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral,

Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador

elmacelu@hotmail.com, vanhe_3e@hotmail.com, acosta@espol.edu.ec

Resumen

*En el presente trabajo se evaluaron y compararon el efecto de tres tratamientos diferentes sobre la estabilidad de la pulpa de los frutos de mamey colorado (*Colocarpum mammosum*) y el mamey cartagena (*Mammea americana*), así como los posibles cambios físico químicos, microbiológicos y sensoriales, durante un periodo de noventa días de almacenamiento a una temperatura de -30°C . Adicionalmente se identificó la almendra del fruto que posee mayor valor oleaginoso. Al analizar los coeficientes de variación en todos los parámetros estudiados con respecto al tiempo de almacenamiento se pudo apreciar menor variabilidad en las pulpas tratadas térmicamente (pasteurización y esterilización). El estudio mostró que las variables de respuesta: pH y acidez titulable, variaron significativamente ($p \leq 0.05$) durante el periodo de almacenamiento, a diferencia de los sólidos solubles totales cuyos cambios no se consideraron estadísticamente significativos. La concentración de ácido ascórbico durante el almacenamiento mostró diferentes velocidades de degradación, comprobándose que tratamientos térmicos adecuados provocan efectos positivos en las muestras.*

Palabras Claves: mamey colorado (*Colocarpum mammosum*), mamey Cartagena (*Mammea americana*), tratamientos térmicos, pH, acidez, vitamina C, sólidos solubles totales.

Abstract

*In the present study were evaluated and compared the effect of three different treatments on the stability of the pulp of the fruit of mamey colorado (*Colocarpum mammosum*) and cartagena mamey (*Mammea americana*), and possible physical changes chemical, microbiological and sensory during a period of ninety days of storage at a temperature of -30°C . Additionally, the seed of the fruit was identified as the richest on oil. By analyzing the coefficients of variation in all parameters with respect to storage time could be seen less variability in heat-treated pulps (pasteurization and sterilization). The study showed that the variables: pH and acidity, varied significantly ($p \leq 0.05$) during storage, unlike the total soluble solids whose changes are not considered statistically significant. The concentration of ascorbic acid during storage showed different degradation rates and found that heat treatment causes positive effects on the samples.*

Keywords: mamey colorado (*Colocarpum mammosum*), Cartagena mamey (*Mammea americana*), heat treatment, pH, acidity, vitamin C, total soluble solids.

1. Introducción

Las frutas son fuentes importantes de vitaminas, ácidos orgánicos, fibras y minerales esenciales para el desarrollo de huesos y dientes. La tendencia actual del mercado demanda productos naturales con una mayor capacidad de vida de anaquel; dada la alta perecibilidad de las frutas el almacenamiento congelado es una alternativa apropiada para aumentar su tiempo de vida útil. La pulpa de fruta congelada se constituye como el principal producto en esta categoría.

En el país se cultivan dos tipos de mamey: colorado (*Colocarpum mammosum*) y cartagena (*Mammea americana*), a los cuales se les atribuye propiedades medicinales, cosméticos y nutricionales.

2. Fundamentación Teórica

2.1. Generalidades del Mamey

Mamey Cartagena

El fruto es una drupa de forma ovoide o elipsoidal con un tallo gordo y corto, y una punta discreta en el ápice, mide de 10 a 20 cm de diámetro y pesa entre 600 y 700 gramos. Es un fruto pesado y duro hasta que llega a la completa madurez donde se vuelve ligeramente blando. La piel es de color café claro o café-grisáceo, amarga, de superficie áspera y corchosa, con pequeñas áreas verrugosas o costrosas esparcidas que mide aproximadamente 3 mm de grueso. Debajo tiene una membrana seca, amarga, astringente, de color blancuzco adherida a la pulpa.

La pulpa es carnosa, de sabor y olor muy agradable. Tiene un color amarillo claro o anaranjado, contiene de una a cuatro semillas de color café o marrón, ásperas, de forma ovoide o elipsoidal, que miden aproximadamente 6,25 cm de longitud [2].

Colocarpum mammosum

El fruto es una baya, con forma ovoidea o elipsoidea, que posee un cáliz persistente en su base. Su tamaño varía entre 7,6 a 20,3 cm de longitud en la mayoría de las variedades. La cubierta es gruesa y leñosa y de un color café-rojizo. La pulpa de los frutos maduros puede ser de color salmón, naranja, roja o roja-café y tiene una textura que varía entre suave y uniforme a finamente granulada. Tiene un sabor dulce similar a la almendra que es único. El fruto contiene una semilla larga de forma elíptica, la cual tiene una superficie dura de color café oscuro y brillante pero en el lado ventral posee una zona más estrecha (hilo) de

color café claro. El peso de los frutos oscila entre 0,75 a 6,0 lb (0,3-2,7 kg) [1].

3. Materiales y Métodos

3.1 Materia prima

El mamey cartagena y mamey colorado se adquirió en el Mercado Mayorista de la ciudad de Guayaquil que proviene en mayor volumen de la Provincia de Manabí y en menor escala de Guayas.

3.1.1 Caracterización de materia prima

Para caracterizar la materia prima determino elementos físicos, físico-químicos y sensoriales propios del fruto maduro, los métodos de que se emplearon fueron peso medio, dimensión media, pH, acidez, sólidos solubles totales, índice de madurez y ácido ascórbico.

Tabla 1. Caracterización de la Materia Prima

Parámetros	Mamey Cartagena (<i>Mammea americana</i>)	Mamey Colorado (<i>Colocarpum mammosum</i>)
Peso medio(g)	653,23 ± 0,25	406,56 ± 0,19
Diámetro medio(cm)	18,60 ± 0,09	7,93 ± 0,07
pH	3,62 ± 0,01	5,65 ± 0,01
Acidez (%)	0,44 ± 0,00	0,14 ± 0,01
SST(°Brix)	10,24 ± 0,04	30,55 ± 0,03
Índice de madurez	23,00 ± 0,02	218,00 ± 0,02
Ácido ascórbico(ppm)	144,79	115,70

3.1.2 Caracterización de las semillas

Las semillas requeridas para la extracción de aceite se analizaron la dimensión, peso y humedad.

Tabla 2. Caracterización de las semillas

	Mamey Cartagena		Mamey Colorado	
	Semilla	Almendra	Semilla	Almendra
Peso (g)	51,63±14,95	44,72±13,08	11,57 ± 2,48	6,31 ± 1,19
Humedad (%)	12,05 ± 1,09	42,17 ± 4,55	12,30 ± 0,12	6,38 ± 0,61
Largo (cm)	6,11 ± 0,94	5,45 ± 0,77	5,02 ± 0,55	3,82 ± 0,39
Ancho (cm)	4,19 ± 0,56	3,68 ± 0,42	2,59 ± 0,28	1,75 ± 0,21
Espesor (cm)	3,22 ± 0,37	2,90 ± 0,33	2,27 ± 0,19	1,44 ± 0,19

3.2 Métodos experimentales

3.2.1 Elaboración de la pulpa

La fruta adquirida se pesó, seleccionó y se sometió a un proceso de pre-lavado luego se sanitizó mediante la inmersión en agua clorada a nivel de 50 ppm, durante un tiempo aproximado de 15 minutos. Posteriormente se enjuagó y se dividió en seis grupos, a los cuales se identificó según el tipo de tratamiento térmico a recibir.

Tabla 3. Codificación de muestras según tratamiento térmico

Muestra	Codificación
Mamey Cartagena sin Tratamiento Térmico	MSST
Mamey Cartagena con tratamiento térmico previo al pelado	MSE
Mamey Cartagena Pasteurizado	MSP
Mamey Colorado con Tratamiento Térmico previo al pelado	MCE
Mamey Colorado Esterilizado	MCP

3.2.2 Extracción del aceite de semillas

Las muestras de semillas frescas de mamey cartagena y colorado obtenidas luego del procesamiento de la pulpa se lavaron con agua potable para eliminar cualquier residuo del mesocarpo y cáscara corácea y se secaron a temperatura ambiente por un periodo de dos semanas hasta alcanzar una humedad aproximada del 12% en el endocarpo y 42%, 6% en la almendra de cartagena y colorado respectivamente.

3.2.3 Diseño Experimental

Los resultados obtenidos de las pruebas físico-químicas, de estabilidad y sensoriales de las pulpas con diferente tratamiento térmico se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) $\alpha=5\%$. Para la comparación de medias se empleó la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) mediante el software estadístico MINITAB @15.1.30.0, versión de prueba para investigadores.

3.2.4 Análisis físico-químicas

3.2.4.1 pH

Se realizó mediante lectura directa en un potenciómetro 440 marca Corning previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7. Las medias de pH para las dos frutas fueron similares para cartagena (3,62) y mamey colorado (5,65). Ubicando a cartagena dentro de los alimentos muy ácidos ($\leq 3,7$) y a colorado como de baja acidez ($\geq 4,5$) según Brennan (1980).

3.2.4.2 Acidez

Para la determinación de acidez en los dos tipos de mamey se utilizó el Método AOAC 18TH 942 15. Expresado en porcentaje en peso del ácido predominante (cítrico). Mamey colorado presentó una media de acidez (0,14%) y la acidez encontrada en cartagena fue (0,40%).

3.2.4.3 Sólidos Solubles Totales

Por lectura directa de un refractómetro digital ATAGO expresado en °Brix. La cantidad de sólidos solubles dependen del tipo de fruta y estado de

madurez. El valor medio hallado para mamey colorado fue 30,55°Brix, generalmente valores altos se presentan durante la maduración por la degradación de polisacáridos. En mamey cartagena la media obtenida fue de 10,24°Brix. La cantidad de azúcares, aminoácidos y otros compuestos solubles inciden en la concentración de sólidos solubles.

3.2.4.4 Índice de madurez

El cociente obtenido de la división de °Brix sobre el porcentaje de acidez.

3.2.4.5 Acido ascórbico

Mediante el Test rápido de ácido ascórbico por refractometría, la concentración es expresada en mg/L. La concentración de ácido ascórbico encontrado en ambos casos estuvo dentro de los valores reportados por Morton (1987), que para cartagena fue de 102-220 ppm y para colorado de 88-400 ppm.

3.2.5 Análisis microbiológico de la pulpa

El análisis microbiológico consistió en conteos de ufc/ml de mohos, levaduras y aerobios totales, considerados indicadores de contaminación microbiana y asociados con posibles deterioros.

3.2.6 Pruebas de estabilidad de la pulpa

Para analizar el comportamiento de la pulpa congelada a -30°C, la misma que recibió tres tratamientos diferentes, fue necesario estudiar el efecto del almacenamiento a través del tiempo. Se estimó un periodo de ensayo de 90 días, durante éste tiempo se muestreó cada 15 días las pulpas. Los análisis comprendían los físico – químicos y los microbiológicos.

3.2.7 Evaluación sensorial

El objetivo de la evaluación sensorial fue determinar diferencias entre el color, sabor y olor de las distintas muestras de pulpa congelada según el tratamiento recibido. Se hizo en base a un test de Escala Hedónica, estructurada de nueve puntos para calificar el grado de aceptación para las muestras. Se trabajó con 10 panelistas voluntarios.

4. Análisis de resultados

La Tabla 4 presenta las medias y desviaciones estándar obtenidas en las pruebas físico-químicas en las pulpas recién procesadas. Para los parámetros de acidez, pH y sólidos solubles totales se detectó efectos significativos ($p \leq 0,05$) de interacción entre los tratamientos en las muestras de mamey colorado. Cartagena no mostró cambios estadísticamente

significativos ($p \geq 0,05$) para el parámetro de pH pero si para el resto de análisis.

Tabla 4. Medias de las características físico-químicas de las pulpas con diferente tratamiento térmico

ANÁLISIS	MCST	MCE	MCP
pH	5,62 ± 0,01 ^a	6,17 ± 0,00 ^b	5,89 ± 0,02 ^c
Acidez	0,14 ± 0,04 ^a	0,19 ± 0,02 ^{ab}	0,22 ± 0,03 ^b
SST	30,48 ± 0,01 ^a	31,53 ± 0,01 ^b	35,85 ± 0,01 ^c

ANÁLISIS	MSST	MSE	MSP
pH	3,59 ± 0,00 ^a	3,60 ± 0,01 ^a	3,58 ± 0,00 ^a
Acidez	0,45 ± 0,03 ^a	0,68 ± 0,02 ^b	0,76 ± 0,06 ^b
SST	9,46 ± 0,02 ^a	10,23 ± 0,00 ^b	14,34 ± 0,02 ^c

Resultados seguidos de diferente letra en cada fila, son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) por el Test de Tukey.

pH

El análisis de las medias de pH para las pulpas de mamey colorado ($p \leq 0,05$) demostró diferencia significativa para todas las muestras. Las medias más altas para éste atributo la obtuvieron aquellas que recibieron tratamiento térmico. Almeida (2007) encontró pH mayores en pulpas procesadas de açai, ocasionados por la hidrólisis enzimática, causada por las altas temperaturas durante el proceso.

Acidez

Para las muestras de mamey cartagena se encontró que las pulpas que recibieron tratamiento térmico (MSE y MSP) difirieron significativamente a un nivel del 5% de la muestra MSST. Mamey colorado tuvo un comportamiento similar. Las medias de acidez para los dos tipos de frutas fueron mayores para aquellas muestras tratadas térmicamente. Los aumentos de acidez en productos que reciben tratamiento térmico pueden ser ocasionados por reacciones cruzadas e hidrólisis de enzimas termolábiles.

Sólidos Solubles Totales

De manera general hubo diferencia significativa entre todas las muestras. Las medias de °Brix más altos se observó en las muestras que recibieron tratamiento con calor, que pudo ser causada por la pérdida de agua durante los tratamientos.

Ácido Ascórbico

En la Tabla 5 se muestran los resultados de concentración de ácido ascórbico para las muestras de los dos tipos de mamey.

Tabla 5. Concentración de Ácido Ascórbico

Ácido Ascórbico (ppm)	Mamey Cartagena			Mamey Colorado		
	MSST	MSE	MSP	MCST	MCE	MCP
	139,00	123,33	105,79	112,00	103,88	98,69

El análisis de resultados se hizo evaluando las pérdidas en porcentaje de cada muestra en función del contenido inicial de ascórbico.

Tabla 6. Porcentaje de Pérdida de Ácido Ascórbico

Pérdidas de Ácido Ascórbico	Mamey Cartagena			Mamey Colorado		
	MSST	MSE	MSP	MCST	MCE	MCP
	4,00%	14,82%	26,94%	22,65%	28,25%	31,84%

La vitamina C por su característica termolábil es degradada fácilmente por los tratamientos térmicos. Las muestras de mamey colorado presentaron los mayores porcentajes en pérdida de ácido ascórbico. Según Davies et al. (1991) la oxidación aeróbica del ácido ascórbico depende del pH, siendo más significativa en pH de 5-11,5 coincidiendo con los intervalos de pH (5,62-6,17) reportados para las muestras de colorado.

Microbiológicas

Los resultados se analizaron según la Norma Colombiana: NTC 404, resolución 7992/91 de Ministerio de Salud debido a que no existen normas en el país que establezcan límites permisibles microbiológicos para pulpas congeladas. Todas las muestras cumplieron con las Normas demostrando la eficiencia de los procesos aplicados para la eliminación de microflora presente. Se pudo observar además el efecto de las temperaturas de pasteurización y esterilización sobre la población microbiana hasta su reducción.

Tabla 7. Resultado de las pruebas microbiológicas (tiempo 0)

	MSST	MSE	MSP	MCST	MCE	MCP
AM (ufc/ml)	8,6x10 ³	6,6x10 ³	ausencia	1,0x10 ⁴	9,6x10 ³	ausencia
MyL (ufc/ml)	9,5x10 ²	6,5x10 ²	ausencia	8,6x10 ²	5,9x10 ²	ausencia

Pruebas de Estabilidad

Para el análisis de estabilidad se realizó pruebas físico-químicas y microbiológicas a las pulpas procesadas (mamey cartagena y colorado) expuestas a tres tratamientos y analizadas en siete tiempos de almacenamiento (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 días) con tres replicas para cada prueba, excepto para Vitamina C donde se obtuvo un solo resultado.

Los resultados se evaluaron mediante ANOVA unidireccional en función del tiempo de almacenamiento, a un nivel de confianza de 5%. Las muestras que presentaron diferencia significativa se analizaron con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Se planteó primero la hipótesis nula y alterna. La

hipótesis nula (H0) afirma que el tiempo no afecta los parámetros físico-químicos, y la alterna (H1) que al menos uno de los parámetros es afectado por el tiempo de almacenamiento.

Pruebas Físico-Químicas
pH

El análisis estadístico de los valores obtenidos para pH mostró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para todas las muestras en función del tiempo de almacenamiento, verificándose una reducción que según Souza (1999) puede ocurrir por hidrólisis de sacarosa (inversa) durante el almacenamiento.

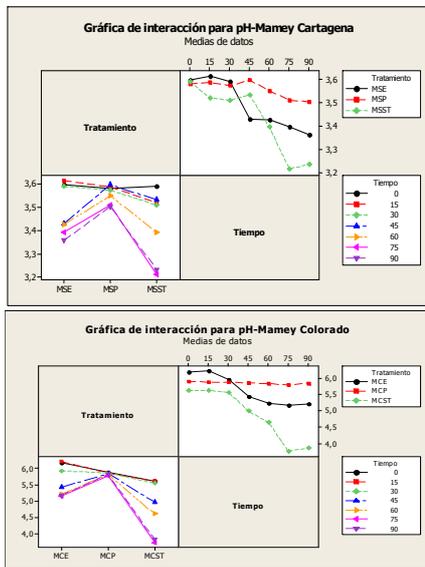


Figura 1. Interacción de tratamiento y tiempo sobre pH en pulpas de mamey

Acidez

El análisis de varianza ($\alpha=5\%$) de acidez titulable reveló diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para la mayoría de muestras excepto para MSP. En todos los casos se presentó un aumento de éste parámetro, siendo para las muestras pasteurizadas de mamey cartagena discreto ($p=0,276$), a diferencia del resto de muestras cuyo incremento se consideró significativo. Aumentos de acidez ocurren por un proceso de deterioro ya sea por hidrólisis, oxidación o fermentación que alteran la mayoría de veces la concentración de iones de Hidrógeno (Instituto Adolfo Lutz , 1985), lo que justificaría una menor incidencia de variación en las pulpas que recibieron tratamiento térmico, por la inactivación de enzimas u otras sustancias que pudieran favorecer dichas reacciones

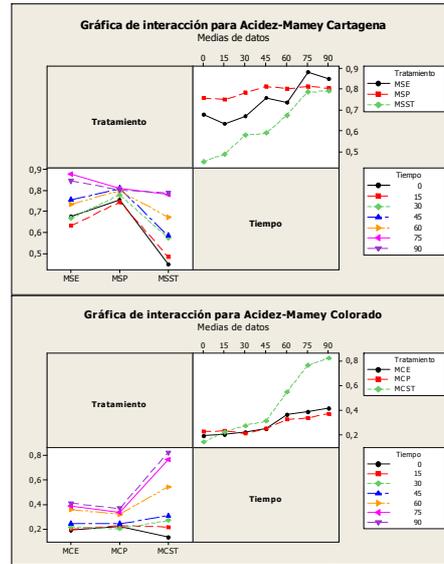


Figura 2. Interacción de tratamiento y tiempo sobre acidez en pulpas de mamey

Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Los °Brix no presentaron diferencia estadística significativa ($p \geq 0,05$) en ninguno de los casos durante el almacenamiento. Aunque se identificó un ligero aumento, que según Souza (1999) puede ocurrir por hidrólisis inversa de sacarosa de la pared celular en azúcares solubles, ocurridos durante el almacenamiento

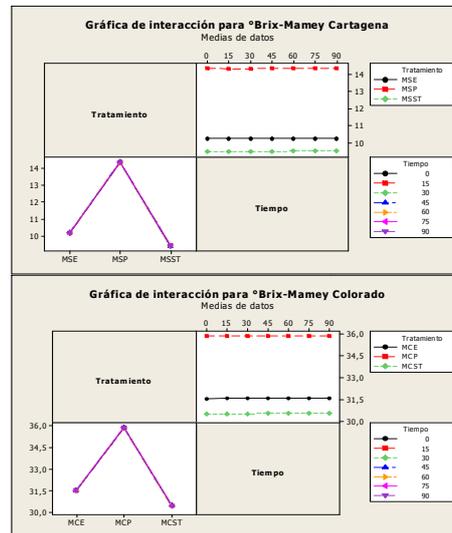


Figura 3. SST de pulpas con diferente tratamiento térmico durante 90 días de almacenamiento a -30°C

Ácido Ascórbico

Para el análisis de resultados se calculó el coeficiente de variación de Pearson (CV), que permite comparar las dispersiones en distintas distribuciones. Menores coeficientes de variación indican mayor

uniformidad en los valores de la variable estudiada. La Tabla 8 describe estadísticamente los mínimos, medias, máximos y variación de las muestras analizadas.

Tabla 8. Resultado de estabilidad de ácido ascórbico de pulpas con diferente tratamiento térmico

Ácido ascórbico(ppm)				
	Máximo	Media	Mínimo	CV
MSST	139,00	125,87 ± 7,13	119,80	5,67
MSE	123,33	115,02 ± 5,23	108,60	4,54
MSP	105,79	102,45 ± 1,70	101,10	1,66
MCST	109,23	89,50 ± 10,93	78,03	12,21
MCE	99,88	90,29 ± 6,27	83,12	6,94
MCP	89,69	84,51 ± 2,38	83,19	2,82

El análisis del coeficiente de variación del ácido ascórbico en función del tiempo de almacenamiento mostró mayor homogeneidad en las muestras pasteurizadas y esterilizadas, reflejando menores pérdidas durante el almacenamiento al compararlo con las demás muestras.

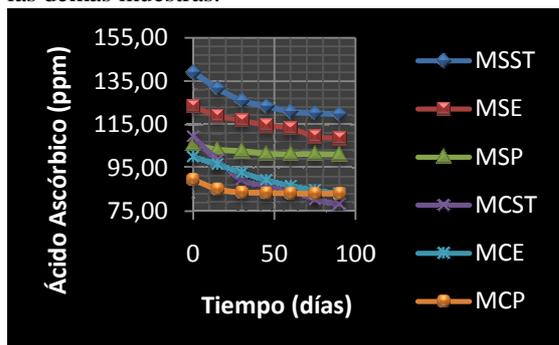


Figura 4. A.A. de pulpas con diferente tratamiento térmico durante 90 días de almacenamiento a -30°C

El ácido ascórbico es fácilmente oxidable dependiendo las condiciones de almacenamiento, los factores que afectan su estabilidad son el calor, luz, oxígeno, pH y ciertas enzimas oxidantes como la ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y peroxidasa. La diferencia en la velocidad de degradación entre las pulpas tratadas térmicamente probablemente se relacione a la inactivación de las enzimas oxidantes promovidas por el calor.

Microbiológicas

Las pulpas se evaluaron periódicamente con el fin de identificar alteraciones microbiológicas que pudieran afectar la calidad del producto. Los resultados de las evaluaciones microbiológicas mostraron que todas las pulpas hasta el día 90 cumplieron con los Normas legales a las que nos regimos en este estudio.

Aceite de semillas

Las muestras de cáscara y semillas se evaluaron en función del porcentaje de grasa recuperable, se promedió sus resultados luego de tres extracciones bajo las mismas condiciones.

Tabla 9. Media de extracción de aceite de semillas

Muestra	% de Grasa
Endocarpo cartagena	0,68±0,24
Almendra cartagena	4,30±1,01
Cáscara coriácea colorado	0,32±0,32
Almendra colorado	38,49±12,66

Los resultados mostraron el alto valor oleaginoso de la almendra de colorado, aunque el porcentaje de grasa recuperable para la cáscara fue insignificante.

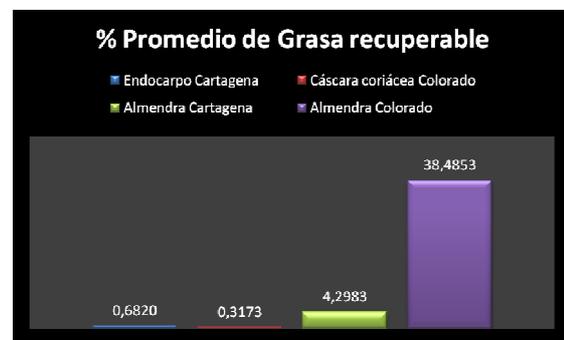


Figura 5. Porcentaje promedio de grasas

Tabla 10. Caracterización del aceite de semillas

Observaciones			
Muestra	Color	Apariencia	pH
Endocarpo cartagena	amarillo	gomosa	5,0
Almendra cartagena	amarillo claro	resinosa	6,0
Cáscara coriácea colorado	amarillo	gomosa, untuosa	5,5
Almendra colorado	amarillo claro	aceitoso natural	5,0

Pruebas sensoriales

La calidad sensorial se mantuvo relativamente estable para los atributos de sabor y color hasta el día 45 mientras que la variable olor todo el tiempo de estudio. Los jueces detectaron cambios de sabor y color para todas las muestras para el día 90. Al analizar las medias se encontró un efecto negativo para estas variables. Probablemente los cambios de sabor ocurrieron por la formación de formaldehído, ácidos carboxílicos y furfuralos productos de la degradación de ácido ascórbico y/u otras reacciones bioquímicas. La oxidación aeróbica del ascórbico además produce compuestos con radical carbonilo que reaccionan con grupos amino y por polimerización producen pigmentos oscuros responsables del oscurecimiento (KLEIN, 1987).

Tabla 11. Evaluación sensorial tiempo 90 días
MAMEY CARTAGENA

Muestras	Sabor	Olor	Color
251	4,70±1,34 ^a	5,70±1,16 ^a	4,80±0,79 ^a
400	6,40±0,97 ^b	6,20±1,14 ^a	5,30±0,95 ^{ab}
574	5,40±1,27 ^{ab}	5,70±0,82 ^a	5,90±0,74 ^b

MAMEY COLORADO

Muestras	Sabor	Olor	Color
107	4,40±1,58 ^a	5,20±0,78 ^a	4,30±1,42 ^a
345	5,90±1,19 ^{ab}	5,30±0,95 ^a	4,90±1,66 ^{ab}
510	6,10±1,10 ^b	6,20±1,32 ^a	5,10±0,88 ^b

Medias con diferentes letras en cada columna son significativamente diferentes (p≤0,05).

Comparación de las dos variedades

Los resultados se trataron con un análisis de varianza a un nivel de confianza de 0,05 en el que se identificó si existía diferencia significativa entre las muestras tratadas en función del tratamiento recibido. ANOVA mostró que existe evidencia estadística significativa que permite concluir que las variables estudiadas son afectadas por los tratamientos.

Tabla 12. Resultados de análisis de varianza (anova) de pruebas de estabilidad en función del tratamiento térmico

ANOVA UNIDIRECCIONAL							
FV	GL	pH		ACIDEZ		SST	
		Cartagena	Colorado	Cartagena	Colorado	Cartagena	Colorado
		F	F	F	F	F	F
Tr	2	7,92*	21,12*	17,31*	6,43*	19,97*	33,06*
E	60						
T	62						

Ft_{0,05(2,60)} = 3,15

*Significativo a un nivel de 5% de probabilidad (p≤0,05), FV: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, Tr: Tratamiento, E: Error, T: Total, Ft: Distribución F de tablas

El valor F encontrado para pH, acidez y sólidos solubles para cartagena y colorado fue mayor a la distribución F de tablas, donde Ft_{0,05(2,60)} = 3,15. Un análisis posterior de Tukey indicó el comportamiento y diferencia entre grupos (Tabla 13).

Tabla 13. Medias de estabilidad en función del tratamiento térmico.

ANÁLISIS	MSST		MSE		MSP	
	Media±D.E	CV	Media±D.E	CV	Media±D.E	CV
pH	3,43 ± 0,14 a	4,08	3,49 ± 0,10 ab	2,87	3,56 ± 0,042 b	1,18
Acidez	0,62 ± 0,13 a	20,97	0,74 ± 0,09 b	12,16	0,79 ± 0,04 b	5,06
SST	9,48 ± 0,01 a	0,15	10,23 ± 0,01 b	0,11	14,34 ± 0,01 c	0,08

ANÁLISIS	MCST		MCE		MCP	
	Media±D.E	CV	Media±D.E	CV	Media±D.E	CV
pH	4,86 ± 0,77 a	15,84	5,62 ± 0,45 b	8,01	5,84 ± 0,04 b	0,68
Acidez	0,44 ± 0,26 a	59,09	0,29 ± 0,09 b	31,03	0,28 ± 0,06 b	21,43
SST	30,49 ± 0,01 a	0,04	31,55 ± 0,02 b	0,05	35,86 ± 0,01 c	0,03

Resultados seguidos de diferente letra en cada fila, son significativamente diferentes (p≤0,05) por el Test de Tukey.

Los datos mostraron diferencias significativas (p≤0,05) para sólidos solubles en todas las muestras analizadas, probando que el tipo de tratamiento aplicado afecta los °Brix.

Las muestras pasteurizadas, esterilizadas y con un tratamiento previo al pelado no presentaron diferencia significativa a un nivel de 5%, pero si difirieron estadísticamente con las muestras sin tratamiento térmico para las variables de estudio, pH y acidez titulable. Al analizar los coeficientes de Pearson se identificó menor variabilidad en las muestras tratadas térmicamente. Según Laderoza&Draetta (1991), las reacciones oxidativas causadas por enzimas pueden ser controladas por medios físicos. Reacciones oxidativas son causantes de las mayores pérdidas de ácido ascórbico durante el almacenamiento.

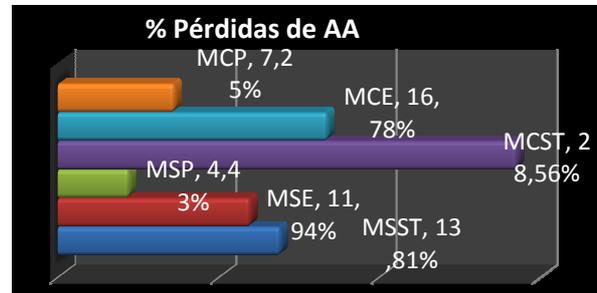


Figura 6. Pérdidas en porcentaje de ácido ascórbico

En el estudio se pudo comprobar que tratamientos térmicos adecuados provocan efectos positivos sobre las pulpas. Las pérdidas de ascórbico fueron influenciadas además por factores intrínsecos de las frutas, revelando destrucciones mayores para las muestras de colorado que ocurre significativamente en pH ≥5 por la oxidación aeróbica del ácido ascórbico y cuya estabilidad es mayor en pH ácidos, como es el caso de cartagena.

5. Agradecimientos

A la Ing. Ana María Costa por su tiempo y ayuda, Ing. Nelly Salazar, Betty, al Ing. Oswaldo Valle, PROTAL, a la Dra. Patricia Manzano, CIBE y a todos quienes directa o indirectamente nos ayudaron a culminar este proyecto.



6. Conclusiones y recomendaciones

Todas las muestras de pulpas obtenidas experimentalmente presentaron un comportamiento similar en los cambios físico-químicos al final del estudio independientemente del tratamiento aplicado. Sin embargo al analizar los coeficientes de variación en todos los parámetros estudiados con respecto al tiempo de almacenamiento se pudo apreciar menor variabilidad en las pulpas tratadas térmicamente (pasteurización y esterilización).

Durante el almacenamiento a temperaturas de -30°C , los sólidos solubles totales de todas las muestras permaneció estable ($p \geq 0,05$), sin embargo, los parámetros físico químicos como pH y acidez variaron significativamente ($p \leq 0,05$) a excepción de la muestra pasteurizada de cartagena, cuya variación no se consideró estadísticamente significativa.

La degradación del ácido ascórbico durante el almacenamiento presentó diferencias entre las pulpas procesadas, indicando que, la aplicación de tratamientos térmicos adecuados como pasteurización (4,43% en cartagena) y esterilización (7,25% en colorado) provocan efectos positivos en la conservación de ésta vitamina al inactivar enzimas como la ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y peroxidasa.

Durante los 90 días de almacenamiento el crecimiento microbiano no llegó a comprometer la calidad microbiológica de las pulpas, puesto que en las muestras, el recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras se mantuvo por debajo de los estándares establecidos por la norma técnica colombiana tomada como referencia para éste estudio.

Las evaluaciones sensoriales de los atributos sabor y color que se mantuvieron constantes hasta el día 45, presentaron variación significativa ($\alpha = 0,05$) en el día 90. En tanto que el olor se mantuvo invariable ($p \geq 0,05$) durante todo el periodo de evaluación.

Los resultados demuestran el alto valor oleaginoso de la almendra de mamey colorado (38,49%) al compararlo con la almendra de mamey cartagena (4,30%). El porcentaje de grasa recuperable para las cáscaras se considera insignificante ($< 0,07\%$).

Se recomienda realizar un estudio de penetración de calor experimental, para identificar los tiempos y temperaturas de retención adecuados para cada fruta, tomando en consideración otros factores como la inactivación enzimática.

Aplicar tratamientos de escaldado a las frutas previo al despulpado con la finalidad de aumentar los porcentajes de rendimiento, reducir la carga microbiana e inactivar enzimas que pudieran ocasionar cambios físico químicos y sensoriales.

Identificar la toxicidad de las cáscaras de los dos tipos de mamey y su posible utilización como fuente de

materia prima para la elaboración de productos alimenticios u otros productos.

7. Referencias

- [1] ALMEIDA DE PAULA GABRIELA, "Caracterização físico-química e estudo do escurecimento enzimático em produtos derivados de açaí (*Euterpe oleracea* Mart)" (Dissertação, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, 2007), Ceará - Brasil, Disponible en: http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1494.
- [2] BALERDI C., CRANE J., CAMPBELL C., El mamey sapote en florida, Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida - USA, 1966, Disponible en: <http://miami-dade.ifas.ufl.edu/old/programs/tropicalfruit/Publications/mamey.pdf>
- [3] BRENNAN J, BUTTERS J, LILLY A, Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos, Acribia, Zaragoza - España, 1980
- [4] DAVIES M., AUSTIN J., PARTRIDGE D., Vitamin C: its chemistry and biochemistry, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1991, Disponible en: http://books.google.es/books?id=gMe5LCZLm2kC&dq=Vitamin+C:+its+chemistry+and+biochemistry&printsec=frontcover&source=bn&hl=es&ei=iDOES9SvII-hnQek6Khh&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCAQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false.
- [5] KLEIN, B. P., Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables, Journal of Food Quality, Volumen 10, 1987, Disponible en: http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1543
- [6] LADEROZA M, DRAETTA I, Enzimas e Pigmentos-Influencias e alterações durante o processamento. In: Soller, M.P.et al. Manual de Industrialização de frutas, Campinas-SP: ITAL-Rede de Informações de Tecnologia Industrial Básica, 1991. Disponible en: http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1119
- [7] Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529-10:98. Control microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad, 1998
- [8] MORTON J., Fruits of warm climates, Miami - USA, 1987, Disponible en: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mamey.html>