ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"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)"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentada por:

Elisa Marianela Cedeño Luzardo

Karen Vanessa Viteri Herrera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinito amor , a mi mami, mi ñaño, a Karen, Belén, Jazmín, Maisa por ser mis hermanas y estar a mi lado en todo momento, a la Sra. Rosita, a Don Carlos, a la Sra. Violeta, al Dr. Luis Oyola, al Dr. Carlos Verdesoto por cada palabra de aliento, a la Ing. Nelly Salazar, Betty, al Ing. Oswaldo Valle, PROTAL, CIBE, a la Dra. Patricia Manzano, Ing. Ana María Costa por su paciencia y a todos quienes colaboraron en el desarrollo de nuestro proyecto.

Elisa Marianela Cedeño Luzardo

AGRADECIMIENTO

A Dios por su amor que me fortalece, a mis amados Padres por ser mi guía, a mi hermano a quien admiro y amo profundamente, a Mauricio por ser mi luz y enseñarme que solo estamos vivos mientras perseguimos y conseguimos nuestros sueños, a Elisa, Maisa y Sisley que son mis hermanas, a todos mis amigos por permitirme ser parte de su vida, a la Ing Ana María por su tiempo y ayuda, a la Ing Nelly, Betty, la Dra Patricia Manzano, CIBE, el Ing Valle, Kenny, PROTAL y a todos quienes directa o indirectamente nos ayudaron a culminar este proyecto.

Karen Vanessa Viteri Herrera

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado, por ser mi guía, por enseñarme que todo lo puedo ya que El me fortalece, porque aprendí con certeza que El sale al encuentro en las horas más duras, con su amor y su luz. A mi mami por todo su apoyo y amor. A mi querido sobrino Carlos Antonio por ser la alegría de mi vida.

Elisa Marianela Cedeño Luzardo

DEDICATORIA

A Dios la luz que guía mis pasos. A mi familia por su sabiduría, dedicación y amor, los AMO con todo mi ser.

Karen Vanessa Viteri Herrera

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ana María Costa V.
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Patricio Cáceres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Elisa Marianela Cedeño Luzardo

Karen Vanessa Viteri Herrera

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar el efecto de tres tratamientos diferentes sobre la estabilidad físico química, microbiológica y sensorial de la pulpa de los frutos de mamey colorado (*Colocarpum mammosum*) y mamey cartagena (*Mammea americana*), durante un periodo de noventa días de almacenamiento a una temperatura de -30^{o}C. Utilizando el diseño experimental y el análisis estadístico se examinaron los resultados. Adicionalmente se identificó la almendra del fruto que poseía mayor valor oleaginoso con el propósito de aprovechar íntegramente el producto. Finalmente se definieron parámetros adecuados de manufactura.

Al analizar los coeficientes de variación en todos los parámetros estudiados con respecto al tiempo de almacenamiento se pudo apreciar menos 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 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.

Los ensayos microbiológicos: aerobios mesófilos, mohos y levaduras demostraron que las pulpas cumplieron hasta el final del estudio con las normas técnicas a las que nos regimos.

En el estadío final de la evaluación, los perfiles sensoriales: sabor y color, presentaron variación significativa ($\alpha=0,05$), en tanto que el olor se mantuvo invariable ($p\geq0,05$).

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN…… II

INDICE GENERAL…….. III

ABREVIATURAS…….. IV

SIMBOLOGÍA…… V

INDICE DE FIGURAS……. VI

INDICE DE TABLAS…… VII

INDICE DE GRÁFICAS……..... VIII

INTRODUCCIÓN……. 1

CAPITULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA……. 2

1.1 Generalidades del Mamey…….. 5

1.2 Usos y Aplicaciones Industriales……. 9

1.3 Proceso básico para la extracción de pulpa…… 12

1.4 Proceso de extracción de aceite en semilla……. 16

CAPITULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES CON MAMEY CARTAGENA

(MAMMEA AMERICANA)……. 21

2.1 Caracterización de Materia prima…….……. 23
2.2 Proceso Experimental para la elaboración de pulpa…… 26
2.3 Procedimiento Experimental para la extracción del aceite 31
2.4 Pruebas físico-químicas y microbiológicas de la pulpa…. 34
2.5 Pruebas de estabilidad de la pulpa…..……... 35
2.6 Evaluación sensorial de la pulpa…..……... 35

CAPITULO 3

3. PRUEBAS EXPERIMENTALES CON MAMEY COLORADO (COLOCARPUM MAMMOSUM)…….. 37

3.1 Caracterización de Materia prima……. 37
3.2 Proceso Experimental para la elaboración de pulpa……. 38
3.3 Procedimiento Experimental para la extracción del aceite 41
3.4 Pruebas físico-químicas y microbiológicas de la pulpa… 43
3.5 Pruebas de estabilidad de la pulpa……..……. 43
3.6 Evaluación sensorial de la pulpa……..……. 43

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS…….. 44

4.1 Pruebas físico-químicas y microbiológicas……. 48
4.2 Pruebas de Estabilidad…… 52
4.3 Pruebas Sensoriales…….…… 65
4.4 Comparación de las dos variedades…..…… 69

CAPITULO 5

5. DISEÑO DE PROCESO DE PULPA CONGELADA Y ACEITE DE SEMILLAS…… 73
5.1 Diagrama de flujo…….. 73
5.2 Descripción del proceso de producción……. 77
5.3 Equipos propuestos: Características……. 84

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……... 89

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

A.A.	Acido Ascórbico
AM	Aerobios mesófilos
aprox.	Aproximadamente
aw	Actividad de agua
bar	Bares
ºBrix	Grados brix
cm	Centímetros
ºC	Grados Centígrados
CV	Coeficiente de variación
D.E	Desviación estándar
g	Gramos
Kg	Kilogramos
Lb	Libras
L	Litro
mg	Miligramos
ml	Mililitros
MyL	Mohos y levaduras
pH	Potencial hidrógeno
ppm	Partes por millón
SST	Sólidos solubles totales
S.A.	Sociedad Anónima
t	Tiempo
Tº	Temperatura
ufc	Unidad formadora de colonias
Watts	Potencia

SIMBOLOGÍA

D	Tiempo de reducción decimal, es el tiempo necesario para reducir la población microbiana en un 90%
D_0	Tiempo de reducción decimal a una temperatura de referencia T_0
D_t	Tiempo de reducción decimal a una temperatura de referencia T_t
F	Tiempo total requerido para alcanzar una determinada reducción de las células vegetativas o esporas
T_0	Temperatura inicial
T_t	Temperatura de trabajo
α	Nivel de confianza
z	Es el incremento de temperatura requeridos para reducir 1 ciclo logarítmico (reducción del 90%)

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Fruta *Mammea americana*…….	5
Figura 1.2	Fruta *Colocarpum mammosum*……...	6
Figura 1.3	Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa congelada……...	14
Figura 1.4	Extracción mecánica de aceite de semillas oleaginosas…….…	17
Figura 1.5	Extracción por disolventes de aceite de semillas oleaginosas…….	19
Figura 2.1	Diagrama esquemático de las etapas requeridas para el desarrollo de las pruebas experimentales……..	22
Figura 2.2	Medición de almendra de *Mammea americana*……..…….	31
Figura 2.3	Equipo Soxhlet…….…….	32
Figura 2.4	Hoja de evaluación sensorial……	36
Figura 3.2	Medición de almendra de *Colocarpum mammosum*……..	42
Figura 5.1	Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa congelada de mamey cartagena…….	74
Figura 5.2	Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa congelada de mamey colorado……..	75
Figura 5.3	Diagrama de flujo para la extracción de aceite de semillas de mamey colorado…….	76

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Nombres comunes del mamey cartagena……	3
Tabla 2	Nombres comunes del mamey colorado……	4
Tabla 3	Contenido nutricional del mamey cartagena……	7
Tabla 4	Contenido nutricional del mamey colorado……..	9
Tabla 5	Características externas del mamey cartagena según grado de madurez……..……	23
Tabla 6	Características internas del mamey cartagena según grado de madurez……..	23
Tabla 7	Codificación de muestras según tratamiento térmico….	26
Tabla 8	Características externas del mamey colorado según grado de madurez …….	38
Tabla 9	Características internas del mamey colorado según grado de madurez……..	38
Tabla 10	Codificación de muestras según tratamiento térmico….	39
Tabla 11	Caracterización de la materia prima……..……..	44
Tabla 12	Caracterización de la semilla……	48
Tabla 13	Medias de las características físico-químicas de las pulpas con diferente tratamiento térmico……	48
Tabla 14	Concentración de ácido ascórbico……	50
Tabla 15	% de pérdidas de ácido ascórbico……	51
Tabla 16	Resultados de pruebas microbiológicas (tiempo 0)…….	52
Tabla 17	Resultado de análisis de varianza (ANNOVA) de pruebas de estabilidad (físico-químicas)……	54
Tabla 18	Resultados de estabilidad de ácido ascórbico de pulpas con diferente tratamiento térmico……..	59
Tabla 19	Resultados de estabilidad microbiológica de pulpas con diferente tratamiento térmico……	62
Tabla 20	Media de extracción de aceite de semillas…….....	64
Tabla 21	Caracterización del aceite de semillas…….....	65
Tabla 22	Costo de inversión en equipos……..	66
Tabla 23	Evaluación sensorial tiempo 0……..	66
Tabla 24	Evaluación sensorial tiempo 45……..……..	67
Tabla 25	Evaluación sensorial tiempo 90…….	68
Tabla 26	Resultados de análisis de varianza (ANOVA) de prueba de estabilidad en función del tratamiento térmico……	70
Tabla 27	Medias de estabilidad en función del tratamiento térmico	70

INDICE DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 4.1	Interacción de tratamiento y tiempo sobre pH en pulpas de mamey……	56
Gráfica 4.2	Interacción de tratamiento y tiempo sobre acidez en pulpas de mamey……	57
Gráfica 4.3	SST de pulpas con diferente tratamiento térmico durante 90 días de almacenamiento a -30ºC……	58
Gráfica 4.4	Acido ascórbico de pulpas con diferente tratamiento térmico durante 90 días de almacenamiento a -30ºC	60
Gráfica 4.5	Porcentaje promedio de grasas……..	64
Gráfica 4.6	Pérdidas en porcentaje de ácido ascórbico……..	72

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. El aumento de la demanda de productos con una mayor calidad nutricional, seguridad alimentaria y con características que lo semejen más a su naturaleza, ha llevado a la búsqueda de procesos que protejan al producto contra los agentes de deterioro como lo son: las bacterias, mohos y levaduras, sin provocar efectos adversos sobre el producto final, manteniendo su calidad y mayor capacidad de vida de anaquel. La pulpa de frutas se enmarca en una de las principales tendencias de nuevos productos naturales, la cual en su mayoría

sirve como materia prima para la elaboración de helados, refrescos, etc. Esta tendencia es una respuesta a la necesidad de comer saludable y con la mínima cantidad de preservantes.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTACION TEÓRICA

En el Ecuador, existe una diversidad de frutos que aún no han sido industrializados entre ellas está el mamey colorado (*Colocarpum mammosum*) y el mamey cartagena (*Mammea americana*) que son especies exóticas que se caracterizan por su contenido en vitaminas, minerales ligados orgánicamente y sustancias energéticas; con gran contenido de aromas y especial sabor.

El mamey cartagena es originario de América tropical (norte de Sudamérica) y de las Antillas (Cuba, Santo Domingo y Jamaica). Se cultiva en Las Bahamas y en las Antillas, en menor escala en Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana francesa, Ecuador y norte de Brasil (23). Los nombres comunes usados en otros países se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1

NOMBRES COMUNES DEL MAMEY CARTAGENA

País	**Nombre común**
Estados Unidos	Mamey, Mammee apple
Islas Vírgenes	Mamey
Cuba	Mamey de Santo Domingo, Mamey amarillo
México	Zapote Mamey, Zapote de Santo Domingo, Zapote de niño
Nicaragua	Ruri
Panamá	Mamey de Cartagena
Ecuador	Mamey mata serrano, Mamey de Cartagena
Haití, Guadalupe, Martinica	Abricot, abricotier
Brasil	Abricó do Pará, abricoteiro
Guyana Francesa	Mamie, abricotier
Antillas Holandesas	Mami-mamaya

Fuente: Elbert, Wadsworth, Marreno. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Virgenes.
Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

El mamey colorado es originario de México y las tierras bajas de Centroamérica donde ha sido cultivado durante siglos. En otros países se conoce al mamey colorado con diferentes nombres los cuales se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2

NOMBRES COMUNES DEL MAMEY COLORADO

País	Nombre común
Alemania	Marmalenfrucht, Grosse Sapote
Belice	Mamey Apple
Colombia	Mamey, zapote
Costa Rica	Zapote, zapote rojo, zapote colorado,mamey, mamey zapote
Cuba	Mamey colorado
Dinamarca	Sapote, breiapfel, mammiapfel
Ecuador	Mamey mata serrano
España	Sapote, zapote, mamey colorado, mamey zapote
Estados Unidos	Mamey sapote, sapote
Francia	Sapote, abricot des antilles
Guatemala	Zapote, tulul (todas las lenguas mayas), zapote de montaña
Haití	Grand sapotillier
Holanda	Brijappel, mameesapote, mammi-appel, sapota, sapote
Honduras	Zapote, zapote rojo, curu(paya).zabuti(garífuna), mameapple (inglés de las islas de la Bahía)
RU	Sapote, chocolate pudding fruit, mamey-sapote, mammee, marmalade plum, mexican custard Apple, naseberry
Jamaica	Mammee *sapota*
México	Mamey, zapote mamey, mamey Colorado
Nicaragua	Sapote, sapote rojo, sapote colorado, sapote real, sapote lechoso, sapote liso, sapote grande, sapote negro, sapote isleño, mammy tree, sepul, kuri
Panamá	Mamey de tierra

Fuente: Azurdia (2004), Martínez (1998), Pennington (1990),Pennington y Sarukan (1968), Sauri (2001).

En Ecuador no existen datos registrados en lo referente al volumen de producción y áreas cultivadas de los dos tipos de mamey por las instituciones encargadas como INIAP, MAGAP, SICA, FEDEXPORT E INEC, en dos de ellas (SICA e INEC) se da a conocer que son cultivos permanentes y en un estudio acerca de la "Diversidad Vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecológicas en la Región Litoral del Ecuador" (León, 2006) se los nombra como especies de barrera vegetal, empleada por los agricultores de las zonas de Milagro y Yaguachi. En las regiones de origen solo se cultivan en pequeñas áreas, y la mayoría de veces como elementos de sistemas agroforestales, pero no existen plantaciones comerciales importantes.

1.1 Generalidades del Mamey

En el país existen dos tipos de mamey: *Mammea americana* (mamey cartagena o mamey mata serrano) y *Colocarpum mammosum* (mamey colorado) graficados en la Figura 1.1 y 1.2 respectivamente.

FIGURA 1.1. FRUTA *Mammea americana*

FIGURA 1.2. FRUTA *Colocarpum mammosum*

Mammea americana

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 (23). La Tabla 3 muestra el contenido nutricional del mamey cartagena.

TABLA 3

CONTENIDO NUTRICIONAL DEL MAMEY CARTAGENA

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	44,5-45,3
Agua	85,5-87,6 g
Carbohidratos	11,52-12,67 g
Grasas	0,15-0,99 g
Proteínas	0,470-0,088 g
Fibra	0,80-1,07 g
Cenizas	0,17-0,29 g
Calcio	4,0-19,5 mg
Fósforo	7,8-14,5 mg
Hierro	0,15-2,51 mg
Tiamina	0,017-0,030 mg
Riboflavina	0,025-0,068 mg
Niacina	0,160-0,738 mg
Acido ascórbico	10,2-22,0 mg

Fuente: Purdue University. Fruits of warm climates. Julia F. Morton, M (1987)

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.

Usualmente la pulpa contiene muy pequeñas cantidades de fibras. Tiene un sabor dulce similar a la almendra que es único. El fruto contiene una semilla larga de forma elíptica.

La semilla tiene una superficie dura de color café oscuro y brilloso pero en el lado ventral posee una zona más estrecha (hilo) de color café claro. Las semillas se pueden hendir y germinar en los frutos muy maduros.

El peso de los frutos oscila entre 0,75 a 6,0 lb (0,3-2,7 kg) (7) es un fruto pesado y duro hasta que llega a la completa madurez donde se vuelve ligeramente blando.

Los frutos son ricos en vitamina “A” y “C”, proteínas, carbohidratos, calcio, hierro y varios aminoácidos. La Tabla 4 muestra el contenido nutricional del mamey colorado.

TABLA 4

CONTENIDO NUTRICIONAL DEL MAMEY COLORADO

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	114,5
Humedad	55,3-73,1 g
Proteína	0,188-1,97 g
Grasas	0,09-0,25 g
Hidratos de carbono	1,41-29,7 g
Fibra	1,21-3,20 g
Cenizas	0,89-1,32 g
Calcio	28,2-121,0 mg
Fósforo	22,9-33,1 mg
Hierro	0,52-2,62 mg
Tiamina	0,002-0,025 mg
Riboflavina	0,006-0,046 mg
Niacina	0,574-2,580 mg
Acido ascórbico	8,8-40,0 mg
Aminoácidos	
Triptófano	19 mg
Metionina	12 mg
Lisina	90 mg

Fuente: Morton, J. 1987. Zapote. p. 398-402. En: Frutos de climas cálidos.

1.2 Usos y Aplicaciones Industriales

Se han identificado algunos procesos de transformación de los dos tipos de mamey, entre estos tenemos:

Mamey Colorado:

La pulpa del mamey colorado se usa como base para la elaboración de la crema de “mamey colorado”, obtención de pulpa congelada, congelado de frutos enteros y pulpa deshidratada; producción de dulces y postres (helados, yogur, mermelada) (6).

La semilla es utilizada para la obtención de aceite; en otro proceso, la almendra es cocida o tostada y agregada al cacao, para dar un sabor un poco más amargo al chocolate. Las semillas de mamey contienen alrededor de 50% de grasa blanca con consistencia de vaselina, recomendable para la industria jabonera, de cosméticos lubricación, y usos farmacéuticos (6).

La mayoría de la información sobre usos del mamey colorado en la medicina tradicional ha sido recabada por comunicación oral (investigación etnobotánica), pero no se han realizado investigaciones biomédicas en la salud humana que confirmen su eficacia y toxicidad.

El fruto se usa como analgésico, y en estado de inmadurez como astringente y para el control de diarreas. La semilla se utiliza vía oral

en enfermedades renales y como antirreumático. Aplicada localmente sirve para enfermedades pectorales, y como sedativo en malestares de ojos y oídos.

El tallo se emplea como astringente y como acaricida, las hojas se pueden utilizar como anti-inflamatorio. La corteza amarga cocida en agua es tomada como expectorante y aplicada en infecciones de la piel. Del látex, la savia lechosa, se dice que es un vomitivo y ha sido usada para remover verrugas y controlar hongos en la piel (6).

Mamey Cartagena:

En cuanto a la pulpa del mamey cartagena puede usarse adecuadamente para la elaboración de pulpa, puré congelado, pasteles, dulces, jaleas, yogur, helados, torta, vino. Además puede mantenerse en conserva y enlatar en rodajas (23).

El polvo de las semillas es usado medicinalmente para contrarrestar enfermedades parasitarias de la piel. Un licor aromático se puede obtener de la destilación de las flores y utilizarlo en problemas digestivos (23).

Según estudios realizados en tres diferentes extractos (etanólicos, metanólicos y diclorometanos) obtenidos de *Mammea americana* en el tratamiento de trastornos gastrointestinales causadas por diversos factores, se demostró la capacidad de los compuestos presentes como tratamiento en todos los tipos de úlceras gástricas (28).

Las diferentes estructuras del mamey cartagena tienen propiedades tóxicas que pueden ser utilizados como insecticidas. Por ejemplo la hoja puede controlar el ataque de grillos y plagas en distintos cultivos. El látex de la corteza, combinado con grasa, puede contrarrestar el ataque de garrapatas, pulgas y piojos, además de otras aplicaciones que se encuentran en investigación. La madera que es dura y pesada se deja trabajar fácilmente para la fabricación de herramientas y de estructuras decorativas debido a que se puede pulir bien y da un buen brillo. El fruto puede ser una fuente de colorante natural. Los árboles se utilizan como rompe vientos en los cafetales y como planta ornamental (23).

1.3 Proceso básico para la extracción de pulpa

Por puré o pulpa de fruta se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo

tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el zumo (jugo) (10). La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura y fresca, o conservada por procedimientos físicos o por tratamientos aplicados de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Las pulpas de frutas normalmente se conservan mediante un tratamiento térmico, seguido de un almacenamiento en congelación. Algunas veces se conserva por congelación sin ningún tratamiento térmico o por procesamiento aséptico, empacado y almacenado a temperatura ambiente. En la Figura 1.3 se esquematiza el diagrama general para la obtención de pulpa congelada.

FIGURA 1.3 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA CONGELADA

Factores que afectan la calidad en productos derivados de frutas

Los microorganismos (mohos, levaduras, bacterias) producen los cambios indeseables más graves en los alimentos perecederos, ya que generan pérdidas substanciales de los nutrimentos del producto. Cambios como fermentaciones que en su mayoría son causadas por levaduras, aunque también existen microorganismos implicados que pueden originar modificaciones no deseadas. La habilidad de los microorganismos para crecer en la fruta también se debe a las condiciones físicas como aw, pH, temperatura, humedad relativa y transferencia de gases.

El pH de un alimento tiene un importante efecto sobre el crecimiento y vialidad de la célula microbiana. Cada especie tiene un óptimo y un intervalo de pH en su crecimiento. En los productos derivados de frutas el deterioro se debe a los mohos, levaduras, bacterias acido lácticas y bacterias acido acéticas debido a su tolerancia al ambiente de alta acidez (13).

El intervalo de pH para mohos es de 2 a 8,5; para levaduras de 4,5 a 5,0 (20). En los alimentos de acidez pequeña (pH>4,5) es necesaria la

esterilización, mientras que para los alimentos ácidos (4,5 – 3,7) la pasteurización es adecuada.

Por lo mencionado anteriormente y de acuerdo al pH de las frutas, se consideró el microorganismo más propenso a desarrollarse en el mamey colorado al *Bacillus stereathermophilus* y en el mamey cartagena al *Neosartorya fischeri*.

1.4 Proceso de extracción de aceite en semilla

La diversidad de características de los distintos productos grasos da lugar también a diversos procedimientos de extracción, tales como la fusión, el prensado y la extracción con disolvente. Sin embargo, todos estos procedimientos tienden a los mismos fines, que son: primero, obtener el aceite sin alteraciones y desprovisto de impurezas; segundo, máximo rendimiento, de acuerdo con la economía del proceso; y tercero, conseguir un residuo o torta de máxima calidad (2).

En principio se distinguen dos sistemas de extracción del aceite de las semillas oleaginosas:

Extracción mecánica (Figura 1.4)

Extracción por disolventes (Figura 1.5).

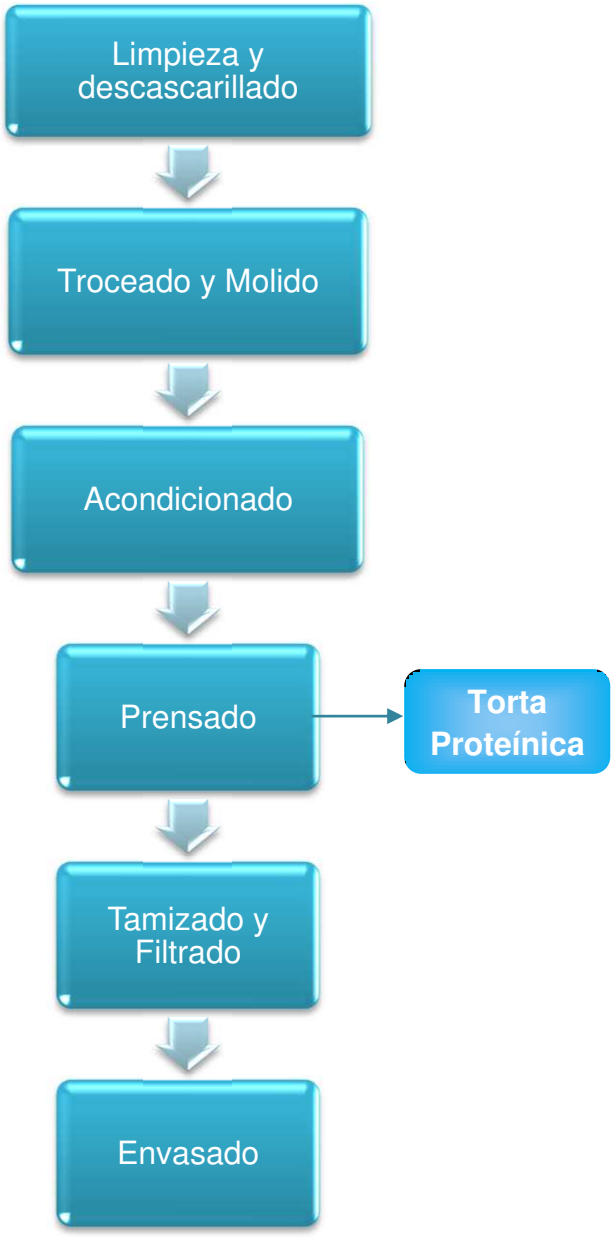


FIGURA 1.4 EXTRACCIÓN MECÁNICA DE ACEITE DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

Las semillas oleaginosas deben ser limpiadas y descascarilladas previamente. Después troceadas y molidas antes de la extracción de su aceite por cualquiera de los dos sistemas citados.

En la extracción mecánica las semillas molidas pasan a un acondicionador para obtener un producto homogéneo, luego a una prensa de tornillo donde a elevadas presiones se separa el aceite de la torta proteínica. El aceite obtenido es limpiado de impurezas groseras en un tamiz vibratorio. El abrillantamiento y limpieza final del aceite se llevan a cabo en el filtro, con lo que tenemos así un aceite crudo filtrado (20).

La torta proteínica separada en la prensa es descargada sobre un tornillo sinfín que alimenta una estación de pesado y ensacado o unos rodillos trituradores de la torta proteínica. Esta torta proteínica puede ser desgrasada aun más en una planta de extracción por disolventes. También puede ser utilizada directamente como alimento de ganado o, si ha sido tratada higiénicamente, puede pasar a una instalación para obtención de proteínas para la alimentación humana.

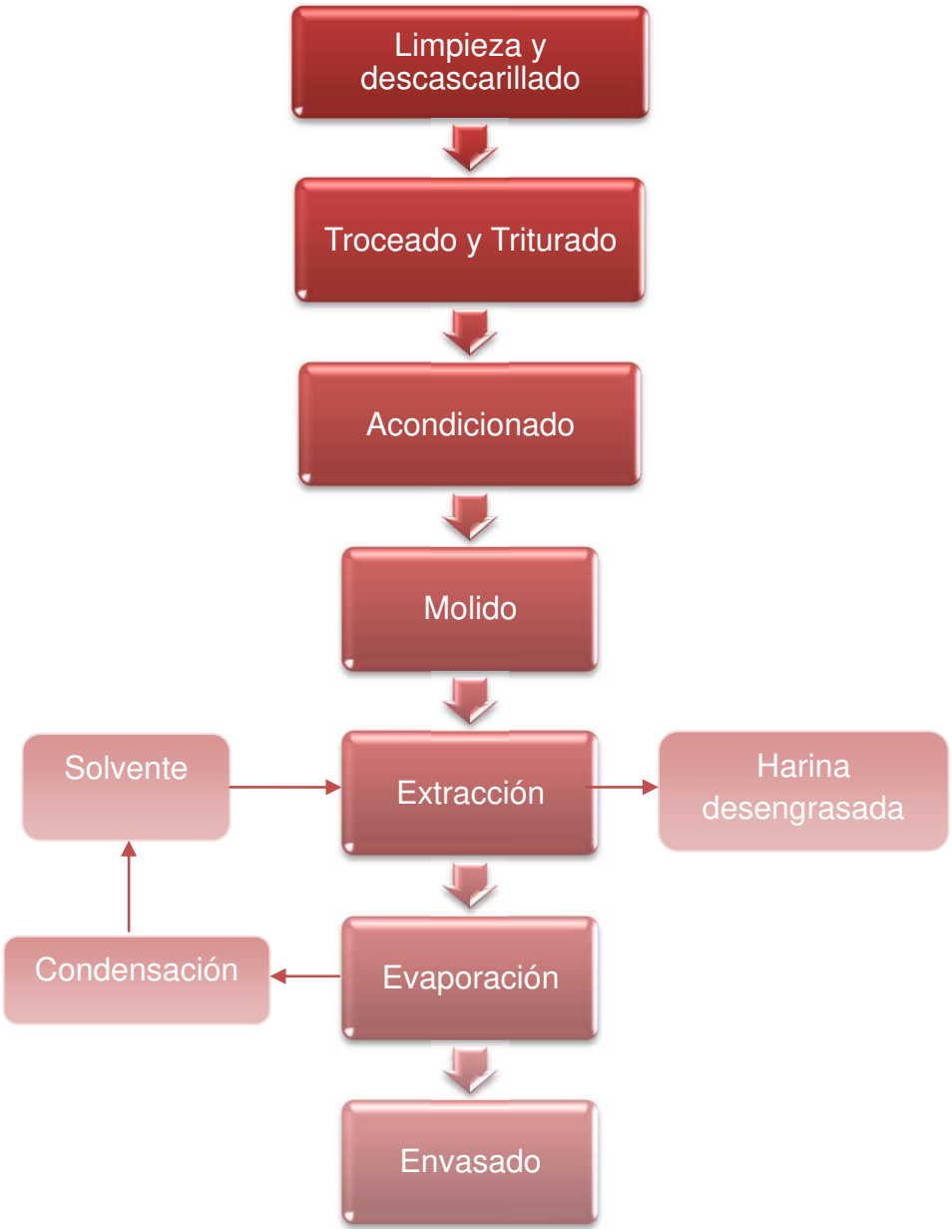


FIGURA 1.5 EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES DE ACEITE DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

En el sistema de extracción por disolventes se puede partir de las semillas oleaginosas o de la torta proteínica obtenida por el sistema

de extracción mecánica, ya que aun contiene un 11-15% de aceite que se puede reducir del 2-4%.

Si partimos directamente de las semillas, éstas deben ser limpiadas, descascarilladas y trituradas en unos rodillos, luego pasar a un acondicionador para homogeneizar el producto. Posteriormente es molido finamente permitiendo así una mejor extracción del aceite en el extractor. En esta etapa un disolvente de materias grasas las arrastra y en el evaporador se separa el disolvente que vuelve al extractor, mientras el aceite extraído es envasado.

La harina desengrasada es transportada a un separador de disolvente para eliminar trazas del mismo aun presentes. El disolvente recuperado vuelve también al extractor.

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES CON MAMEY CARTAGENA (*Mammea americana*)

La metodología que se aplicó para el desarrollo de las pruebas experimentales se sintetiza en la Figura 2.1. Los materiales, procedimientos y métodos empleados son detallados posteriormente a lo largo del capítulo.

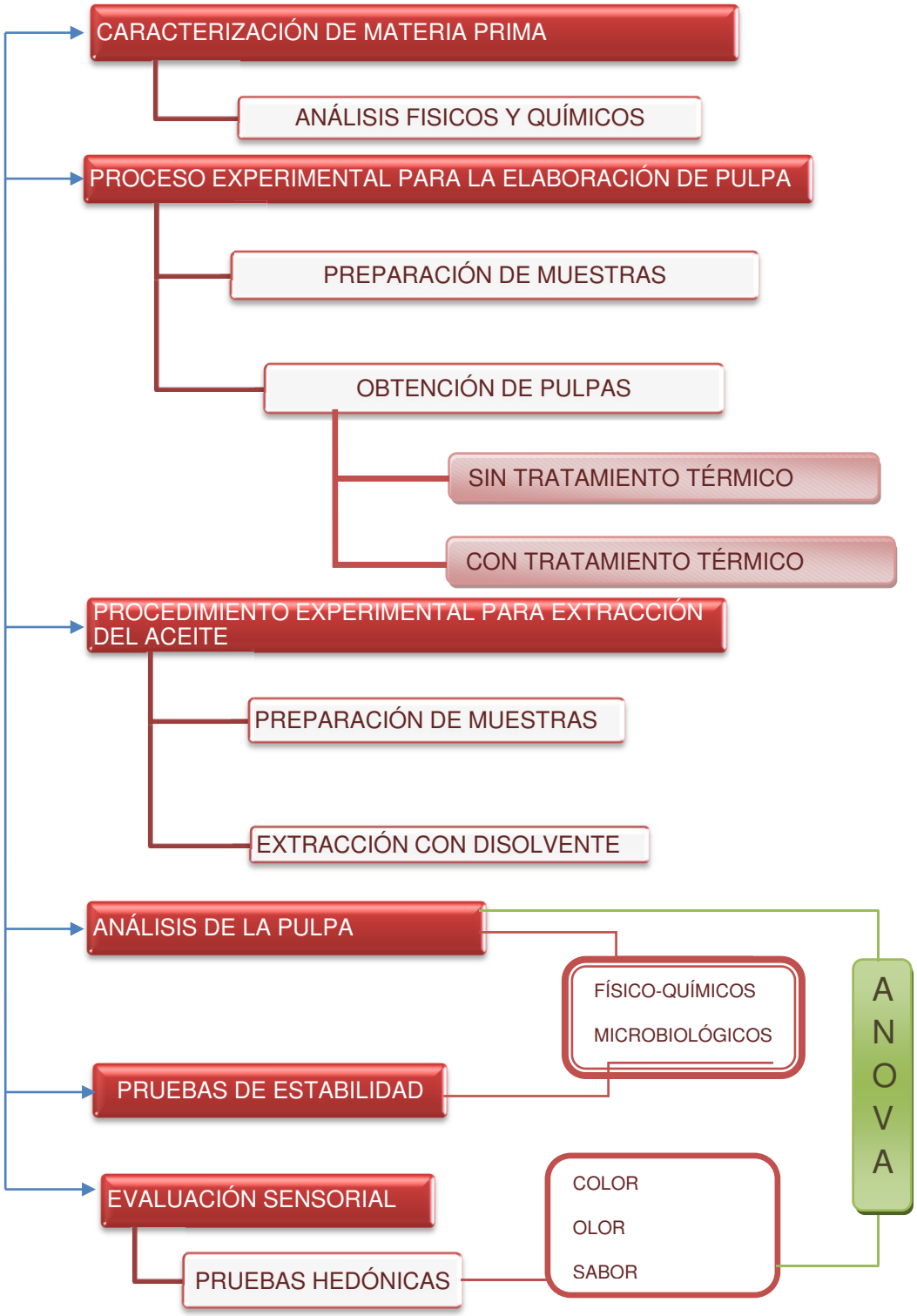


FIGURA 2.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LAS ETAPAS REQUERIDAS PARA EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

2.1 Caracterización de Materia Prima

El mamey cartagena 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. El estado de la fruta que llega a la ciudad es semi – maduro y maduro, cuyas características externas e internas se indican en las Tablas 5 y 6.

TABLA 5
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL MAMEY CARTAGENA SEGÚN GRADO DE MADUREZ

Grado de Madurez	Apariencia	Observaciones
Semi - maduro	Piel café claro - oscuro, textura firme	Dificultad al pelar, presencia de látex al cortar
Maduro	Piel café claro - oscuro, textura ligeramente blanda al tacto	Fácil de pelar y cortar, ausencia de látex

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

TABLA 6
CARACTERÍSTICAS INTERNAS DEL MAMEY CARTAGENA SEGÚN GRADO DE MADUREZ

Grado de Madurez	Apariencia	Observaciones
Semi - maduro	Pulpa amarillo clara, textura firme, poco jugosa	Presencia y olor característico a látex
Maduro	Pulpa amarillo clara a naranja brillante, textura blanda, jugosa	Ausencia de olor y sabor a látex.

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

La caracterización de la materia prima consistió en la determinación de elementos físicos, físico-químicos y sensoriales propios del fruto maduro, él cual se caracteriza y diferencia de los otros estados de madurez por presentar una textura ligeramente blanda al tacto y aroma acentuado. El color de la piel varía de café claro a oscuro él cual no es un indicativo de madurez. La pulpa del mamey maduro exhibe una coloración amarillo claro a naranja, olor característico y agradable, y sabor dulce. Los métodos de caracterización usados son descritos a continuación:

Peso medio

Aleatoriamente 25 unidades de mamey cartagena fueron pesados en una balanza analítica y se promedio sus pesos.

Dimensión media

Con un calibrador de vernier se registró largo (L), ancho (A) y espesor (E). Se promediaron sus resultados.

pH

Mediante lectura directa en un potenciómetro 440 marca Corning previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7. El

equipo permite medir el grado de acidez o basicidad a través de un electrodo sensible a la concentración molar de iones hidrógeno de una muestra.

Acidez

Por ACIDEZ TITULABLE, según el Método AOAC 18TH 942 15. Expresado en porcentaje en peso del ácido predominante (ascórbico).

Sólidos Solubles Totales

Por lectura directa de un refractómetro digital marca ATAGO, expresado en °Brix.

Índice de madurez

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

Acido ascórbico

Mediante el Test rápido de ácido ascórbico por refractometría, la concentración es expresada en mg/L.

2.2 Proceso Experimental para la elaboración de pulpa

La fruta adquirida se pesó y seleccionó tomando en cuenta factores como: superficie libre de daños mecánicos, por plagas o ataques de insectos, aroma frutal característico y textura ligeramente blanda al tacto. Manualmente se separó ramas, hojas y material extraño. Se sometió a un proceso de pre - lavado con agua limpia a presión para eliminar partículas de tierra, insectos y cualquier residuo químico.

La fruta requerida para la elaboración de la pulpa se sanitizó mediante la inmersión en agua clorada a nivel de 50 ppm, durante un tiempo aproximado de 15 minutos. Posteriormente se enjuagó con agua potable a presión para eliminar cualquier residuo de cloro en la superficie. Se dividió en tres grupos, a los cuales se identificó según el tipo de tratamiento térmico a recibir, especificado en la Tabla 7.

TABLA 7
CODIFICACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN TRATAMIENTO TERMICO

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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, (2009)
Elisa Cedeño Luzardo

MSST

Se realizó un corte longitudinal en forma de cruz con el uso de cuchillos para facilitar la remoción de la cáscara. La fruta pelada se cortó manualmente, y se separó sus semillas. Se llevó a un extractor marca Black&Decker JE-1500 de 400 Watts de potencia, del cual se obtuvo pulpa refinada y residuos (aprox. 6% la masa del fruto). Se tomó muestras de la pulpa refinada para la determinación de parámetros físico – químicos, microbiológicos y sensoriales. Aproximadamente 500 g de pulpa se envasaron en fundas de poliéster-polietileno debidamente sellados. Se almacenó en un congelador de aire forzado (Solubles Instantáneos S.A.) a -30°C.

MSE

Las muestras de éste grupo recibieron un tratamiento térmico para facilitar el pelado, para lo cual se colocaron en ollas que contenían agua a 90°C con un tiempo de retención de 5 minutos. Para la remoción de cáscara, obtención de pulpa y almacenamiento se procedió de igual forma que para MSST.

MSP

La pulpa identificada como MSP tuvo el mismo tratamiento que MSST hasta la obtención de pulpa refinada, para luego ser llevada a una olla de presión, a la cual se le insertó un termómetro simulando un pasteurizador, y se aplicó calor hasta que la parte central de la pulpa alcanzó los 95 ºC, manteniendo esta temperatura durante 2 minutos.

El tiempo de retención térmica se calculó teóricamente según parámetros de resistencia estudiados por Aragâo (1989), quien experimentó en jugo de frutilla (15°Brix, pH 3) el efecto causado sobre el microorganismo *Neosartorya fischeri* (Apéndice A). Acogiéndose éste estudio debido a la similitud de °Brix (10,24) y pH (3,62) con el mamey cartagena, además por la capacidad de este tipo de moho para la formación de esporas termoresistentes con la consecuente producción de fumotremógenos (toxinas que ocasionalmente pueden dañar el sistema nervioso).

En medios de alta acidez (pH ≤ 3,7) su crecimiento es relativamente adecuado, al igual que el *Bisochlamys fulva*, es uno de los

microorganismos de mayor resistencia térmica difundidos en gran cantidad de frutas.

El valor D o tiempo de reducción decimal mide la tasa de muerte celular a una determinada temperatura y z el incremento de temperatura necesario para reducir el tiempo de destrucción térmica del factor de interés. Por bibliografía (Kimball, 1999) se conoce que temperaturas mayores a 90°C ejercen un efecto de pasteurización favorable en la destrucción de microorganismos resistentes, además de afectar mínimamente cambios organolépticos y destrucción de nutrientes, debido a que mayores temperaturas disminuyen los tiempos de exposición, por lo que se consideró temperaturas de trabajo de 95°C. El nuevo valor D a 95°C se calculó empleando la ecuación 1:

$$Dt = Do * 10^{\frac{To - Tt}{Z}} \qquad \text{Ec. 1}$$

El valor F, definido como el tiempo de proceso a temperatura constante para causar una determinada letalidad sobre un factor de interés, se calculó según la ecuación 2:

$$\text{Log}\frac{\text{No}}{\text{Nf}} = \frac{\text{F}}{\text{D}} \qquad \text{Ec. 2}$$

Reordenando:

$$\text{F} = \text{D} * \text{Log}\frac{\text{No}}{\text{Nf}} \qquad \text{Ec. 3}$$

Para los cálculos se consideró trabajar con valores de 10^4 mohos como número inicial de microorganismos (No), citados por Webb y Mundt (1978) en un estudio del perfil microbiológico general para frutas. El número final de microorganismos (Nf), se estableció en 10^2, según la Norma Técnica Colombiana (NTC 404, resolución 7992/91) (Ver Apéndice B), como indicador en este tipo de alimento para considerarlo de alta calidad.

Método estadístico de análisis de resultados

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) α=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.

2.3 Procedimiento experimental para la extracción del aceite

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

Aleatoriamente se tomó 25 semillas y con un calibrador de Vernier se midió largo (L), ancho (A) y espesor (E), Figura 2.2, se pesó en balanza analítica cada semilla y se promediaron los resultados.

FIGURA 2.2 MEDICIÓN DE ALMENDRA DE *Mammea americana*

El descascarado de la almendra se hizo mecánicamente fracturando el endocarpo con la ayuda de un martillo, la almendra que se obtuvo se pesó y midió usando la misma técnica descrita para la semilla. El tamaño de las almendras y el endocarpo se redujo para permitir

mayor área de contacto de las muestras con el solvente. Codificándose como:

C1 Endocarpo Mammea americana

C3 Almendra Mammea americana

La extracción del aceite se realizó por lixiviación sólido – líquido usando el equipo Soxhlet, que constaba de un balón de fondo plano de 250 ml, el cuerpo o sifón, un refrigerante vertical para la condensación de vapores, manta eléctrica de seis hornillas y los cartuchos porosos de celulosa (Figura 2.3).

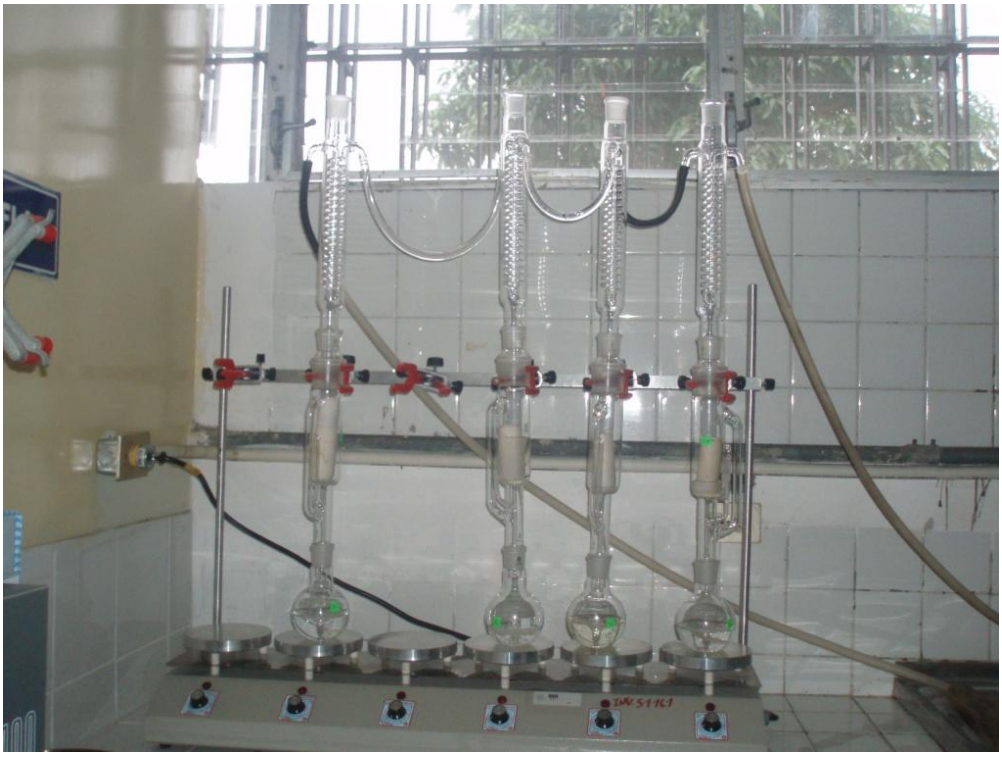


FIGURA 2.3 EQUIPO SOXHLET

Procedimiento para extracción de aceite

1. Pesar 10 g de cada muestra.
2. Colocar en los cartuchos de celulosa previamente tarados con un pedazo de algodón que servirá para cubrir las muestras.
3. Colocar los cartuchos en el tubo colector del Soxhlet.
4. Medir 150 ml de éter de petróleo y transferir a cada balón previamente pesado.
5. Conectar la entrada y salida de agua y encender la manta eléctrica.
6. Calentar el solvente hasta punto de ebullición (35°C a 60°C) (Apéndice C).
7. Dejar en funcionamiento el sistema por un periodo aproximado de seis horas.
8. Una vez frío el sistema, trasladar los balones al rotoevaporador para eliminar el éter del balón.
9. En una estufa a 105°C desecar el residuo durante una hora, enfriar y pesar.
10. Repetir el numeral 9 hasta masa constante.

La extracción de aceite se hizo por triplicado para calcular el porcentaje de grasa promedio. Con el fin de caracterizar las muestras de aceite se midió pH, se observó color y apariencia.

2.4 Pruebas físico-químicas y microbiológicas de la pulpa

Análisis físico – químico

Las muestras se sometieron a varios análisis: pH, acidez, sólidos solubles totales y ácido ascórbico, los métodos usados se describieron en el numeral 2.1.

Análisis Microbiológico

Se llevó a cabo un análisis microbiológico que consistió en conteos de ufc/ml de mohos, levaduras y aerobios totales, considerados indicadores de contaminación microbiana y asociados con posibles deterioros.

Método para la determinación de Aerobios Totales

Se escogió el método de siembra en masa por duplicado empleando como medio de cultivo, agar PCA (Plate Count Agar), para ello se tomó 10 g de las muestras identificadas y se diluyó en 90 ml de agua peptona estéril, siendo ésta la primera dilución (10^{-1}), se realizó una serie de diluciones decimales hasta 10^{-3}, de cada dilución se tomó 1ml y se sembró en cajas Petri con PCA fundido y temperado. Incubándose durante 48 horas a 35ºC±2. El resultado se expresó en ufc/ml.

Método para la determinación de Mohos y Levaduras

Se aplicó el método de siembra en masa por duplicado, siguiendo el mismo procedimiento que para aerobios totales siendo la única diferencia el medio de cultivo. Se empleó PDA (Potatoe Dextrosa Agar). Las muestras sembradas se incubaron a 25°C durante 5 días. El recuento en placas se hizo según la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529-10:98(Apéndice D).

2.5 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 desde los físico – químicos hasta los microbiológicos, cuyas técnicas se describen en el numeral 2.4.

2.6 Evaluación sensorial de la pulpa

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. La escala se estableció de un criterio del 1 al 9 donde el 9 indica que le gusta enormemente, 5 ni le gusta ni le disgusta y el 1 indica que le disgusta enormemente (Apéndice E).

La pulpa se preparó como jugo en leche, servida en vaso blancos con aproximadamente 30 ml de muestra y se presentaron a los panelistas en forma secuencial codificados con números de tres dígitos. Además se les anexó un cuestionario de evaluación sensorial que se muestra en la Figura 2.4.

Nombre: **Fecha:**
Código de Muestra:

Usted va a probar unas muestras de Jugo de Mamey. Por favor para cada muestra evalúe sensorialmente los atributos citados a continuación utilizando la escala correspondiente y anotando previamente el código de muestra al que pertenece.

Gracias!!

COLOR

( ) Le gusta enormemente
( ) Le gusta mucho
( ) Le gusta bastante
( ) Le gusta poco
( ) Ni le gusta Ni le disgusta
( ) Le disgusta poco
( ) Le disgusta bastante
( ) Le disgusta mucho
( ) Le disgusta enormemente

OLOR

( ) Le gusta enormemente
( ) Le gusta mucho
( ) Le gusta bastante
( ) Le gusta poco
( ) Ni le gusta Ni le disgusta
( ) Le disgusta poco
( ) Le disgusta bastante
( ) Le disgusta mucho
( ) Le disgusta enormemente

SABOR

( ) Le gusta enormemente
( ) Le gusta mucho
( ) Le gusta bastante
( ) Le gusta poco
( ) Ni le gusta Ni le disgusta
( ) Le disgusta poco
( ) Le disgusta bastante
( ) Le disgusta mucho
( ) Le disgusta enormemente

FIGURA 2.4 HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

CAPÍTULO 3

3. PRUEBAS EXPERIMENTALES CON MAMEY COLORADO (COLOCARPUM MAMMOSUM)

Para realizar las pruebas experimentales fue necesario definir las características de la materia prima, los estudios físico-químicos, microbiológicos, de estabilidad y sensoriales que intervienen en la elaboración de la pulpa congelada, así como el procedimiento experimental para la extracción del aceite, en la Figura 2.2 se resume la metodología desarrollada.

3.1 Caracterización de materia prima

Para la caracterización físico química, la fruta se seleccionó según las características externas e internas descritas en las Tablas 8 y 9 para fruta madura por presentar características y condiciones de uso favorables para la elaboración de la pulpa. Se adquirió en el mismo lugar que el mamey cartagena.

TABLA 8
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL MAMEY COLORADO SEGÚN GRADO DE MADUREZ

Grado de madurez	Apariencia	Observaciones
Semi-maduro	Cáscara poco suave y de color café oscuro	Poco difícil de pelar y al cortar presencia de látex
Maduro	Cáscara suave de color café oscuro	Fácil para pelar y cortar

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, (2009)
Elisa Cedeño Luzardo

TABLA 9
CARACTERÍSTICAS INTERNAS DEL MAMEY COLORADO SEGÚN GRADO DE MADUREZ

Grado de madurez	Apariencia	Observaciones
Semi-maduro	Pulpa de color amarillo y jugosa	Presencia de olor y sabor a látex
Maduro	Pulpa de color anaranjado brillante y muy jugoso	Poca presencia de olor y sabor a látex

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, (2009)
Elisa Cedeño Luzardo

Los métodos de caracterización que se emplearon consistieron en peso medio, dimensión media, pH, acidez, sólidos solubles totales, índice de madurez y ácido ascórbico descritos en el numeral 2.1.

3.2 Proceso experimental para la elaboración de pulpa

Alteraciones fisiológicas, sensoriales y daños físicos son causantes de deterioro, por lo tanto la selección de la fruta fue determinante en la calidad final del producto. Solo las frutas que no presentaban los cambios antes mencionados se escogieron para el proceso.

Las etapas de pre-lavado y lavado fueron las mismas que se aplicaron al mamey cartagena, detalladas previamente en el numeral 2.2. Luego del lavado la fruta se dividió y codificó en tres grupos dependiendo del tratamiento térmico que iban a recibir. Los códigos se presentan en la Tabla 10.

TABLA 10
CODIFICACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN TRATAMIENTO TERMICO

Muestra	Codificación
Mamey Colorado sin Tratamiento Térmico	MCST
Mamey Colorado con Tratamiento térmico previo al pelado	MCE
Mamey Colorado Esterilizado	MCP

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, (2009)
Elisa Cedeño Luzardo

MCST

Con cuchillos de acero inoxidable se hizo un solo corte a lo largo de la fruta y manualmente se separó en dos partes. Las semillas se retiraron y con cucharas de boca ancha se extrajo el mesocarpo o pulpa de la fruta, separando así la cáscara. Se redujo el tamaño de la fruta y se llevó a una licuadora marca Oster modelo BRLY07-Z00 de 600 Watts de potencia, obteniéndose así la pulpa. El muestreo, envasado y almacenamiento están descritos en el numeral 2.2.

MCE

Se sometió a un tratamiento térmico previo al pelado durante 3 minutos a una temperatura de 85ºC. Inmediatamente se realizó un pelado manual con cuchillos y se separó la semilla de la pulpa. El pulpeado, muestreo, envasado y almacenamiento es igual que para la muestra MCST.

MCP

Para la remoción de cáscara y obtención de pulpa se procedió de la misma forma que para MCST. La pulpa extraída se sometió a un proceso de esterilización a una temperatura de 121ºC y un tiempo de retención ($F_{121ºC}$) de 12 minutos.

El tratamiento térmico se escogió debido al pH de la fruta 5,65 que según Brennan (1980) clasifica a los alimentos >4,5 como de baja acidez siendo necesaria la esterilización para asegurar la inocuidad alimentaria, además cita a los bacilos termófilos como los principales agentes de deterioro para éste tipo de alimentos. Alzamora (1996) indica al *Bacillus stearothermophilus* como una de las bacterias capaces de crecer en frutas y sus productos, además en la industria

de alimentos es usado comúnmente como organismo de validación en los estudios de esterilización.

Por las razones expuestas, el cálculo teórico del tiempo de retención térmica (Ecuación 3) se efectuó en base al valor D y z a 121ºC (Apéndice A) referidos por Brennan (1980) para inactivar éste microorganismo.

Se consideró como número inicial de microorganismos (No) 10^5 (Webb y Mundt, 1978) para bacterias. El número final (Nf) de 10^2 que según la Norma Técnica Colombiana (NTC 404, resolución 7992/91) es el indicador para considerar a una pulpa esterilizada de buena calidad.

3.3 Procedimiento experimental para la extracción del aceite

Luego de separar las semillas de la pulpa se procedió a lavarlas con agua potable para eliminar cualquier residuo de la cáscara coriácea, se secaron a temperatura ambiente durante dos semanas en un ambiente seco y fresco hasta alcanzar una humedad del 12% en la cáscara y 6% en la almendra.

Para obtener el peso promedio y dimensión de las semillas (Figura 3.1) se siguió el mismo procedimiento descrito en el numeral 2.3.

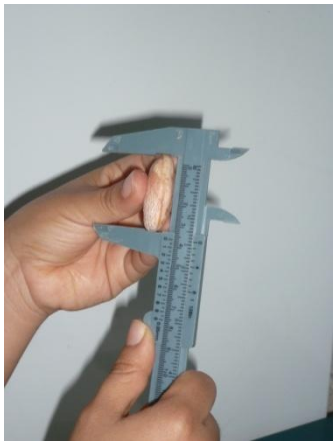


FIGURA 3.2 MEDICIÓN DE ALMENDRA DE *Colocarpum mammosum*

El descascarado de la almendra se forjó mecánicamente, fracturando la cáscara coriácea con la asistencia de un alicate y se empleó la misma técnica descrita para la semilla. A las muestras se redujo su tamaño y se codificó como:

C2 Cáscara corácea Colocarpum Mammosum

C4 Almendra Colocarpum Mammosum

Para almacenar las semillas y para extraer el aceite se utilizó el método descrito en el numeral 2.3.

3.4 Pruebas físico-químicas y microbiológicas de la pulpa

A las muestras recién procesadas y rotuladas como MCST, MCE y MCP se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos. La metodología a seguir esta descrita en el capítulo 2 numeral 2.4.

3.5 Pruebas de estabilidad de la pulpa

Para realizar el estudio del comportamiento de la pulpa congelada de mamey colorado, la cual recibió tres tratamientos diferentes, fue indispensable ejecutar un seguimiento de los efectos del almacenamiento sobre los parámetros físico-químicos y microbiológicos. El tiempo de ensayo y metodología de análisis son descritos en el numeral 2.4.

3.6 Evaluación sensorial de la pulpa

Una evaluación sensorial es fundamental ya que además de resaltar todos los atributos del objeto de estudio, permite identificar cambios sensoriales relacionados al deterioro de alimentos. Las técnicas empleadas y el cuestionario de evaluación sensorial son referidos en el numeral 2.6.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Previo a la evaluación físico-química, microbiológica y sensorial de las pulpas, se realizó la caracterización de la materia prima para los dos tipos de fruta. Los resultados obtenidos en los distintos análisis de *Mammea americana* y *Colocarpum mammosum* se presentan en la Tabla 11.

TABLA 11

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Parámetros	Mamey Cartagena (*Mammea americana*)	Mamey Colorado (*Colocarpum mammosum*)
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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Peso y Diámetro

Las prácticas agrícolas, características genéticas y estado de maduración determinan el peso y tamaño del fruto. Las características físicas y físico químicas varían entre las especies y más aun entre distintas familias. El peso y diámetro para las dos frutas concuerdan con el encontrado por Morton, J (1987) de 600-700 g y 10-20 cm en mamey cartagena y por Balerdi, et al. (1996) de pesos mayores a 300 g y diámetros de 7,6-20,3 cm en mamey colorado.

pH

Las medias de pH para las dos frutas fueron similares al encontrado por Villalba et al. (2005) para cartagena (3,45) y níspero, fruta perteneciente a la misma familia del mamey colorado (5,10). Ubicando a cartagena dentro de los alimentos muy ácidos (≤3,7) y a colorado como de baja acidez (≥4,5) según Brennan (1980).

Acidez

Las frutas generalmente son ricas en ácidos orgánicos, siendo los más importantes el málico, cítrico y tartárico. Para la determinación de acidez en los dos tipos de mamey se utilizó al cítrico, reportado en estudios como el ácido predominante en níspero (Villalba, 2005 & Nascimento,

2008) y cartagena (Villalba et al, 2005). Colorado presentó una media de acidez similar al indicado en níspero (0,14%) por Villalba y (0,15%) por Nascimento. La acidez encontrada en cartagena fue menor al obtenido por Villalba (0,90%) en mamey recién cosechado, la diferencia de acidez pudo ocurrir debido a que los ácidos tienden a disminuir durante la maduración al actuar en procesos metabólicos y como sustratos para la respiración celular.

Sólidos Solubles Totales

La cantidad de sólidos solubles dependen del tipo de fruta y estado de madurez. El valor medio hallado para mamey colorado fue mayor que el reportado por Araújo (2000) en níspero (25,98°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, un valor bajo si se lo compara con el níspero y el colorado pero similar a la guayaba (13,82°Brix) y mango (14°Brix). La cantidad de azúcares, aminoácidos y otros compuestos solubles inciden en la concentración de sólidos solubles.

Índice de madurez (ratio)

Según Chitarra&Chitarra (2005) el índice de madurez da una idea del equilibrio entre azúcares y ácidos, es así que valores bajos generalmente indican sabores ácidos, que es el caso de cartagena, mientras que en sabores predominantemente dulces se observan valores altos, como en colorado.

Ácido Ascórbico

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.

Caracterización de las semillas

Las semillas requeridas para la extracción de aceite se analizaron anticipadamente. La dimensión, peso y humedad se indican en la Tabla 12, con su respectivo valor medio y desviación estándar.

TABLA 12
CARACTERIZACION DE LA SEMILLA

	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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

4.1 Pruebas Físico-Químicas y Microbiológicas

Físico-Químicas

La Tabla 13 presenta las medias y desviaciones estándar obtenidas en las pruebas físico-químicas en las pulpas recién procesadas.

TABLA 13
MEDIAS DE LAS CARACTERISTICAS FÍSICO-QUIMICAS DE LAS PULPAS CON DIFERENTE TRATAMIENTO TÉRMICO

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]

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]

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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

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.

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 açaí, 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 ºBrix 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 14 se muestran los resultados de concentración de ácido ascórbico para las muestras de los dos tipos de mamey.

TABLA 14

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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Para ésta prueba no se realizó análisis de varianza ni comparación de medias debido a que no se replicaron las pruebas. El análisis de

resultados se hizo evaluando las pérdidas en porcentaje de cada muestra en función del contenido inicial de ascórbico (Tabla 15).

TABLA 15

% DE PÉRDIDAS 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%

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

La vitamina C por su característica termolábil es degradada fácilmente por los tratamientos térmicos. Las muestras de mamey colorado presentaron los mayores porcentajes en perdida 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

La Tabla 16 muestra los conteos microbiológicos para las pulpas de frutas obtenidas experimentalmente luego del proceso.

TABLA 16

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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Los resultados se analizaron según la Norma Colombiana: NTC 404, resolución 7992/91 de Ministerio de Salud (Apéndice B) 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.

4.2 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 estadísticamente mediante un análisis de varianza (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 (H_0) afirma que el tiempo no afecta los parámetros físico-químicos, y la alterna (H_1) que al menos uno de los parámetros es afectado por el tiempo de almacenamiento.

Pruebas Físico-Químicas

En la Tabla 17 se muestran los resultados del análisis de varianza para las pruebas de pH, acidez y SST. Los resultados de Vitamina C son presentados en la Tabla 18.

TABLA 17
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE PRUEBAS DE ESTABILIDAD (FÍSICO-QUÍMICAS)

ANOVA UNIDIRECCIONAL

		pH						ACIDEZ						SST					
		MSST		MSE		MSP		MSST		MSE		MSP		MSST		MSE		MSP	
FV	GL	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Tiempo	6	361,47*	0,000	69,72*	0,000	6,34*	0,002	90,79*	0,000	22,37*	0,000	1,42^{NS}	0,276	2,23^{NS}	0,061	1,77^{NS}	0,113	1,39^{NS}	0,327
Error	14																		
Total	20																		

ANOVA UNIDIRECCIONAL

		pH						ACIDEZ						SST					
		MCST		MCE		MCP		MCST		MCE		MCP		MCST		MCE		MCP	
FV	GL	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Tiempo	6	9209,74*	0,000	7371,98*	0,000	19,43*	0,000	164,83*	0,000	89,60*	0,000	30,90*	0,000	2,74^{NS}	0,061	2,16^{NS}	0,113	1,98^{NS}	0,327
Error	14																		
Total	20																		

$Ft_{0,05(6,14)} = 2,85$

*Significativo a un nivel de 5% de probabilidad ($p \leq 0,05$), ^{NS} No significativo a nivel de 5% de probabilidad ($p \geq 0,05$)

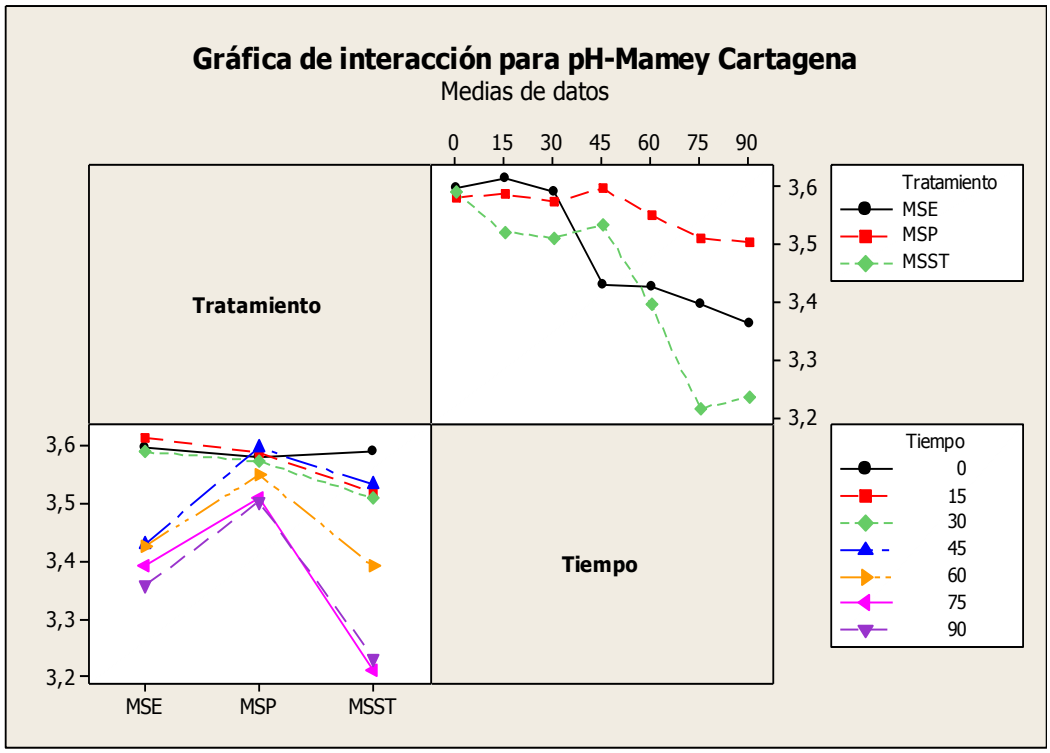
FV: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, Ft: Distribución F de tablas

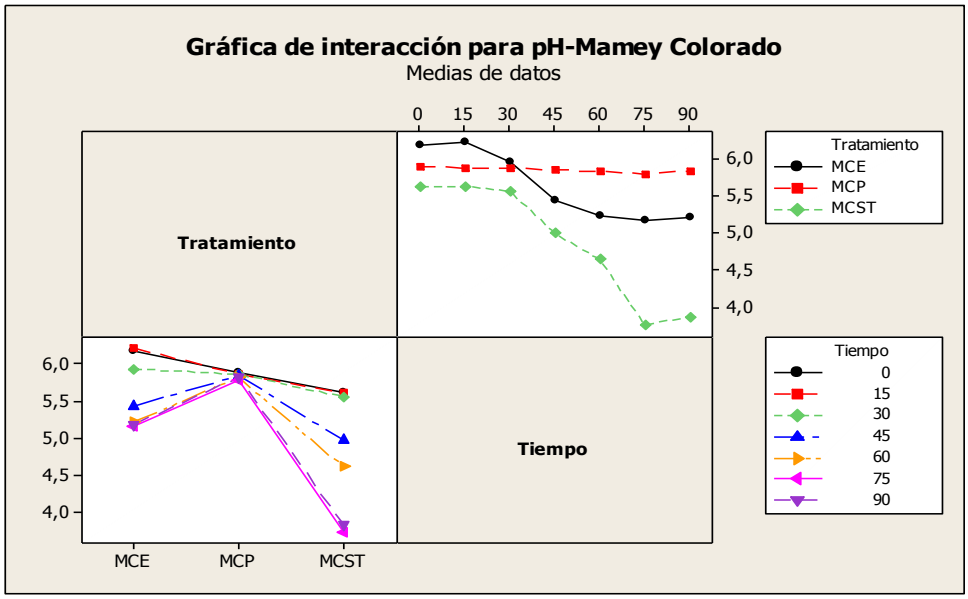
Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

pH

El análisis estadístico de los valores obtenidos para pH mostró diferencia significativa (p≤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.

La Gráfica 4.1 permite identificar el comportamiento de las pulpas durante el tiempo de almacenamiento.





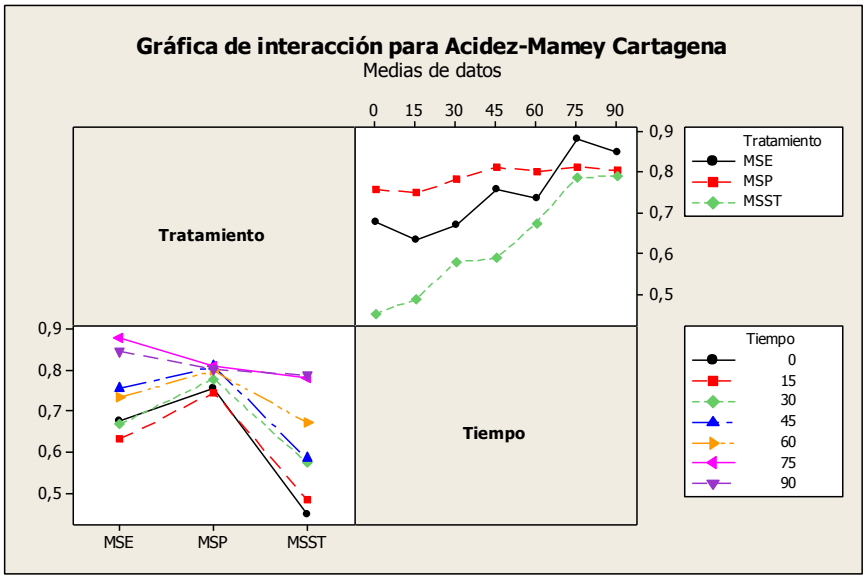
GRÁFICA 4.1 INTERACCIÓN DE TRATAMIENTO Y TIEMPO SOBRE pH EN PULPAS DE MAMEY

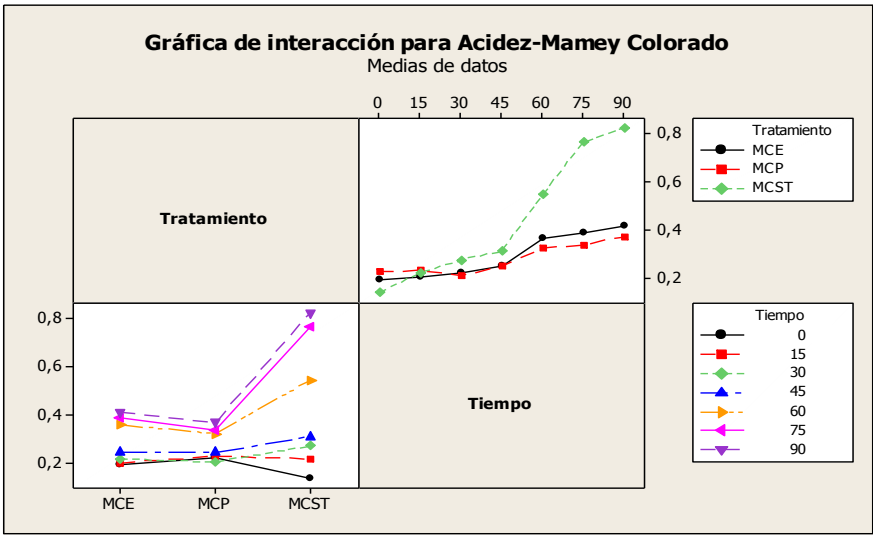
Acidez

El análisis de varianza (α=5%) de acidez titulable reveló diferencias significativas (p≤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 (Gráfica 4.2)

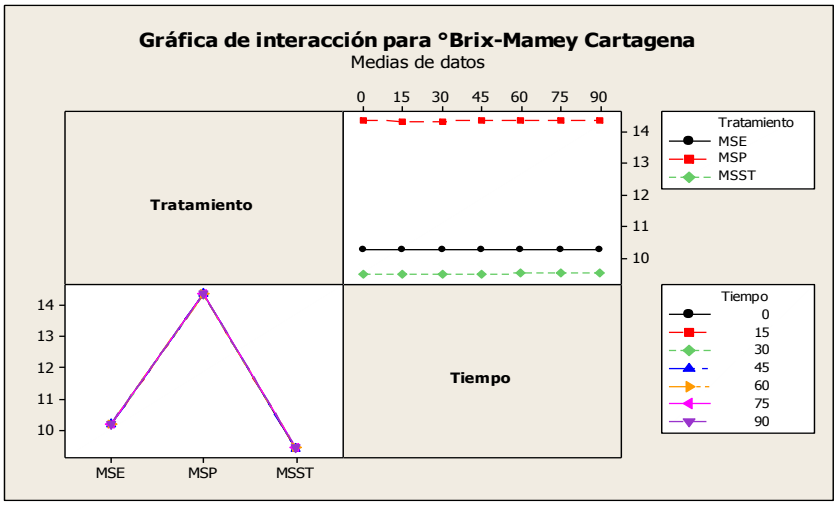


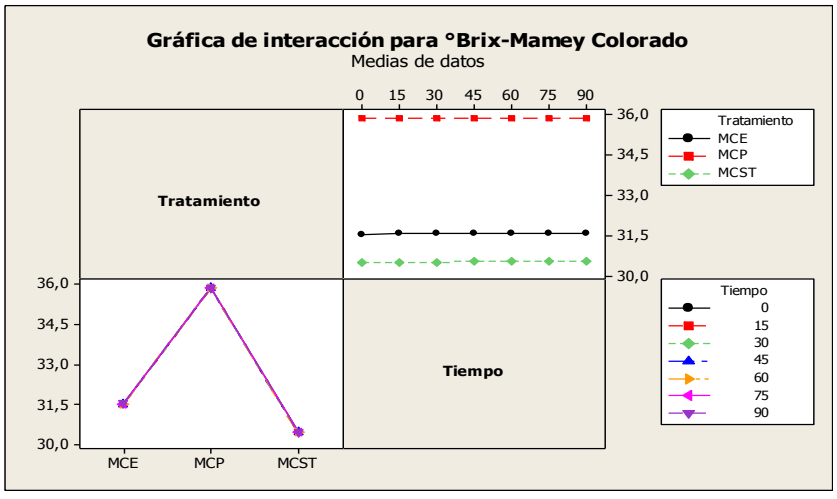


GRÁFICA 4.2 INTERACCIÓN DE TRATAMIENTO Y TIEMPO SOBRE ACIDEZ EN PULPAS DE MAMEY

Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Los °Brix no presentaron diferencia estadística significativa (p≥0,05) en ninguno de los casos durante el almacenamiento. Aunque se identificó un ligero aumento (Gráfica 4.3), que según Souza (1999) puede ocurrir por hidrólisis inversa de sacarosa de la pared celular en azúcares solubles, ocurridos durante el almacenamiento.





GRAFICA 4.3 SST DE PULPAS CON DIFERENTE TRATAMIENTO TERMICO DURANTE 90 DÍAS DE ALMACENAMIENTO A -30ºC

Ácido Ascórbico

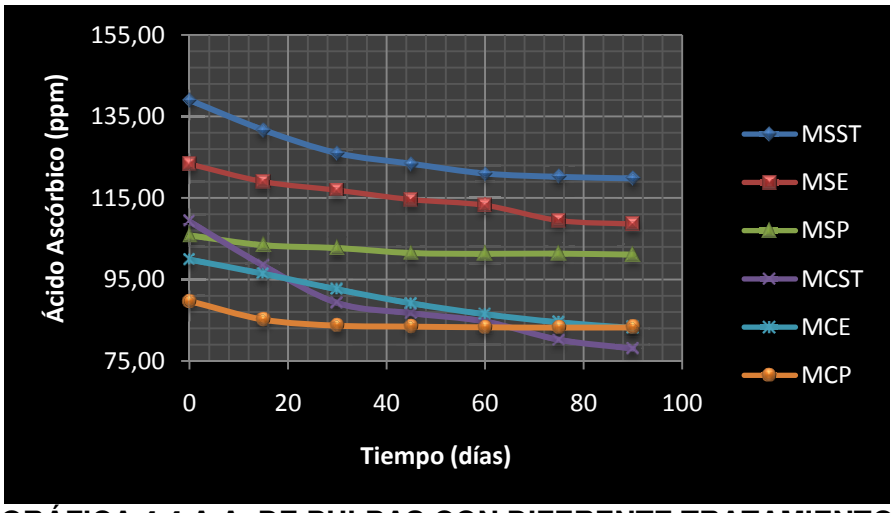
Para el análisis de resultados se calculó el coeficiente de variación de Pearson (CV), que permite comparar las dispersiones en distintas distribuciones. Menores coeficientes de variación indican mayor uniformidad en los valores de la variable estudiada. La Tabla 18 describe estadísticamente los mínimos, medias, máximos y variación de las muestras analizadas.

TABLA 18
RESULTADOS 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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

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 (Gráfica 4.4).



GRÁFICA 4.4 A.A. DE PULPAS CON DIFERENTE TRATAMIENTO TERMICO DURANTE 90 DÍAS DE ALMACENAMIENTO A -30ºC

El ácido ascórbico es fácilmente oxidable dependiendo las condiciones de almacenamiento, los factores que afectan su estabilidad son el calor, luz, oxigeno, 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. La Tabla 19 muestra los resultados obtenidos en el tiempo 0 y 90 para aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

TABLA 19

RESULTADOS DE ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA DE PULPAS CON DIFERENTE TRATAMIENTO TÉRMICO

Tiempo	Microorganismos	MSST	MSE	MSP	MCST	MCE	MCP
Día 0	AM (ufc/ml)	$8,6 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	ausencia	1×10^4	$9,6 \times 10^3$	ausencia
	MyL (ufc/ml)	$9,5 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	ausencia	$8,6 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$	ausencia
Día 90	AM (ufc/ml)	$3,8 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	ausencia	$4,9 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	ausencia
	MyL (ufc/ml)	$2,9 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	ausencia

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

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 éste estudio (Ver Apéndice B).

Las pulpas crudas congeladas (MSST y MCST), denominadas así a las pulpas simplemente congeladas después de su obtención, para el día 90 muestran recuentos promedios de mesófilos, mohos y levaduras muy cercanos al límite establecido por la Norma (Apéndice B). Para el día 90 se encontraron mohos y levaduras en las muestras pasteurizadas que según la Norma Colombiana lo ubica dentro de las pulpas de buena calidad (100 ufc/ml). Las muestras esterilizadas hasta el final del estudio mostraron ausencia de microflora.

Aceite de semillas

Las muestras de cascara y semillas se evaluaron en función del porcentaje de grasa recuperable, se promedió sus resultados luego de tres extracciones bajo las mismas condiciones. La Tabla 20 muestra el rendimiento de aceite para las muestras.

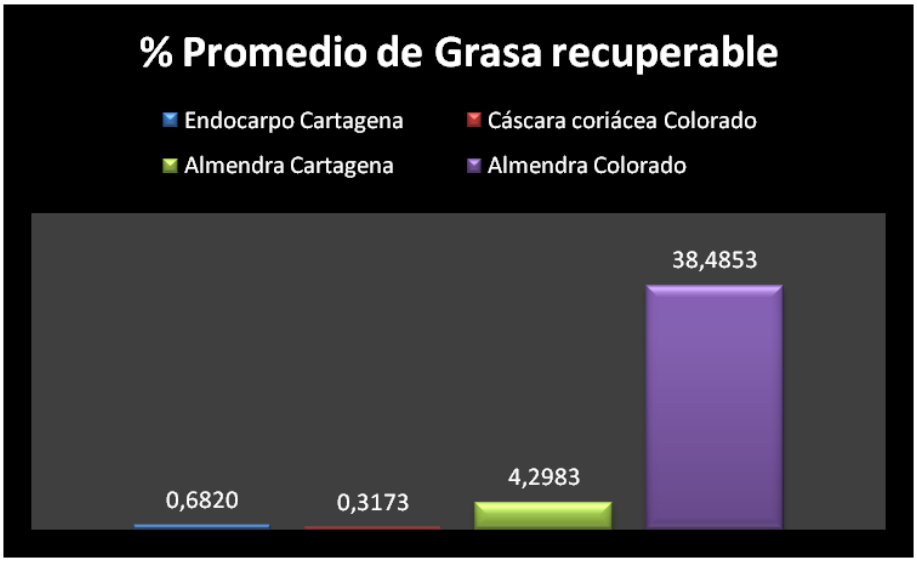
TABLA 20

MEDIA DE EXTRACCION 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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Los resultados mostraron el alto valor oleaginoso de la almendra de colorado, aunque el porcentaje de grasa recuperable para la cáscara fue insignificante (Gráfica 4.1). Las características de apariencia, color y pH se muestran en la Tabla 21.



GRÁFICA 4.5 PORCENTAJE PROMEDIO DE GRASAS

TABLA 21
CARACTERIZACION 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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

4.3 Pruebas Sensoriales

Para determinar el grado de aceptación por parte de los jueces se escogió la prueba hedónica ya que permitió evaluar la aceptación o rechazo de las diferentes muestras. Las características evaluadas fueron sabor, olor y color durante los tiempos de almacenamiento 0, 45 y 90 días.

Los resultados se evaluaron estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el Test de Tukey para comparación de medias al 5% de significancia. Las muestras de mamey cartagena y colorado fueron codificadas según se muestra en la Tabla 22.

TABLA 22
CODIFICACIÓN DE MUESTRAS PARA PRUEBAS SENSORIALES

MUESTRA	CODIFICACION
MSST	251
MSE	574
MSP	400
MCST	107
MCE	345
MCP	510

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Las Tablas 23, 24 y 25 indican la media y desviación estándar de las muestras para los dos tipos de mamey evaluadas en función del tiempo.

TABLA 23
EVALUACION SENSORIAL TIEMPO 0

MAMEY CARTAGENA

Muestras	Sabor	Olor	Color
251	5,90±1,98[a]	6,40±1,08[a]	6,50±1,43[a]
400	7,00±1,05[a]	6,90±1,66[a]	5,70±1,16[a]
574	6,40±0,97[a]	6,90±1,37[a]	7,00±1,05[a]

MAMEY COLORADO

Muestras	Sabor	Olor	Color
107	5,20±1,39[a]	5,80±1,34[a]	5,60±1,17[a]
345	5,20±1,23[a]	5,00±1,05[a]	6,50±1,58[a]
510	6,60±1,75[a]	6,20±1,14[a]	6,80±1,14[a]

Medias con diferentes letras en cada columna son significativamente diferentes (p≤0,05)
Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Los resultados en la Tabla 23 muestran que los jueces no identificaron diferencias significativas (p≥0,05) en los atributos sensoriales de sabor, olor y color.

TABLA 24

EVALUACION SENSORIAL TIEMPO 45

MAMEY CARTAGENA

Muestras	Sabor	Olor	Color
251	6,20±1,03[a]	5,80±1,32[a]	6,40±1,18[a]
400	6,60±0,97[a]	6,90±1,20[a]	5,90±1,10[a]
574	6,50±1,27[a]	6,90±1,25[a]	6,50±1,35[a]

MAMEY COLORADO

Muestras	Sabor	Olor	Color
107	5,50±1,65[a]	5,30±0,95[a]	4,50±1,27[a]
345	6,70±1,25[a]	5,90±0,99[a]	5,70±1,16[a]
510	6,80±1,48[a]	6,20±1,32[a]	5,80±1,03[a]

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

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

No se identificaron diferencias significativas (p≥0,05) en los atributos sensoriales de sabor, olor y color para el día 45.

TABLA 25

EVALUACION SENSORIAL TIEMPO 90

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).

Al analizar con ANOVA el atributo olor no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de mamey cartagena (p=0,48) y colorado (p=0,079). Los parámetros de sabor y color revelaron diferencia significativa a un nivel de confianza de 0,05 (Diagramas de caja variables sabor y color ver Apéndice F). Mediante el Test de Tukey se identificó las muestras que presentaron diferencias entre sí (Tabla 25).

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 formaldehido, ácidos carboxílicos y furfurales 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).

4.4 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 26).

TABLA 26
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE PRUEBAS DE ESTABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

ANOVA UNIDIRECCIONAL												
		pH				ACIDEZ				SST			
		Cartagena		Colorado		Cartagena		Colorado		Cartagena		Colorado	
FV	GL	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Trat	2	7,92*	0,001	21,12*	0,000	17,31*	0,000	6,43*	0,003	19,97*	0,259	33,06*	0,226
Error	60												
Total	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, Trat: Tratamiento, Ft: Distribución F de tablas

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

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 27).

TABLA 27
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

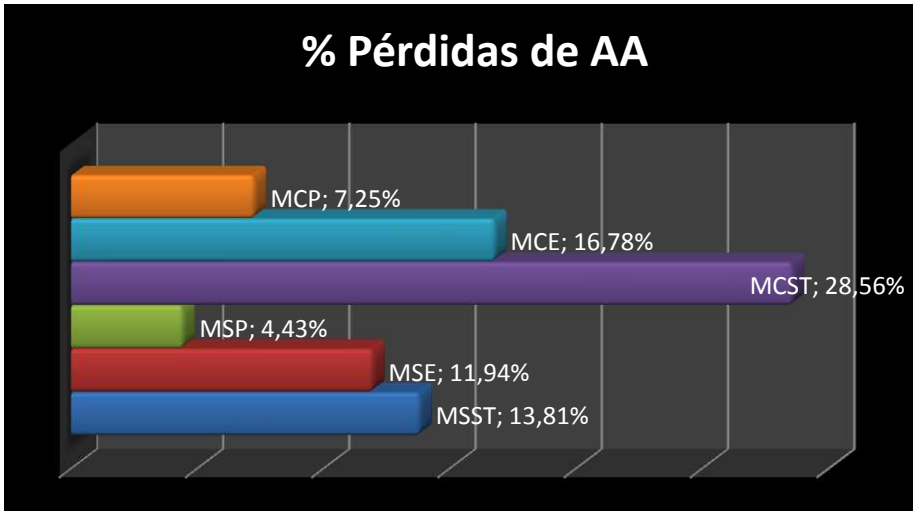
Resultados seguidos de diferente letra en cada fila, son significativamente diferentes (p≤0,05) por el Test de Tukey.

Elaborado por: Karen Viteri Herrera, 2009
Elisa Cedeño Luzardo

Los datos de la Tabla 27 mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para sólidos solubles en todas las muestras analizadas, probando que el tipo de tratamiento aplicado afecta los ºBrix.

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. La Gráfica 4.6 muestra las pérdidas de A.A. durante el almacenamiento para las pulpas con diferente tratamiento térmico.



GRÁFICA 4.6 PÉRDIDAS EN PORCENTAJE DE ÁCIDO ASCÓRBICO

En el estudio se pudo comprobar que tratamientos térmicos adecuados provocan efectos positivos sobre las pulpas. Al parecer 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.

CAPITULO 5

5. DISEÑO DE PROCESO DE PULPA CONGELADA Y ACEITE DE SEMILLAS

Tomando en cuenta el diagrama de flujo general para la elaboración de pulpas y aceite de semilla, se propone un esquema del proceso para la elaboración de pulpa congelada y de extracción de aceite de semillas presentados en la figura 5.1, 5.2 y 5.3.

Del mamey colorado y cartagena se obtuvo la pulpa: un producto natural, libre de aditivos, no diluida ni concentrada, resultado de la separación del mesocarpo de la cáscara y semilla; y el aceite: un subproducto obtenido del prensado y extracción con solventes de la semilla oleaginosa de *Colocarpum mammosum*.

5.1 Diagrama de flujo

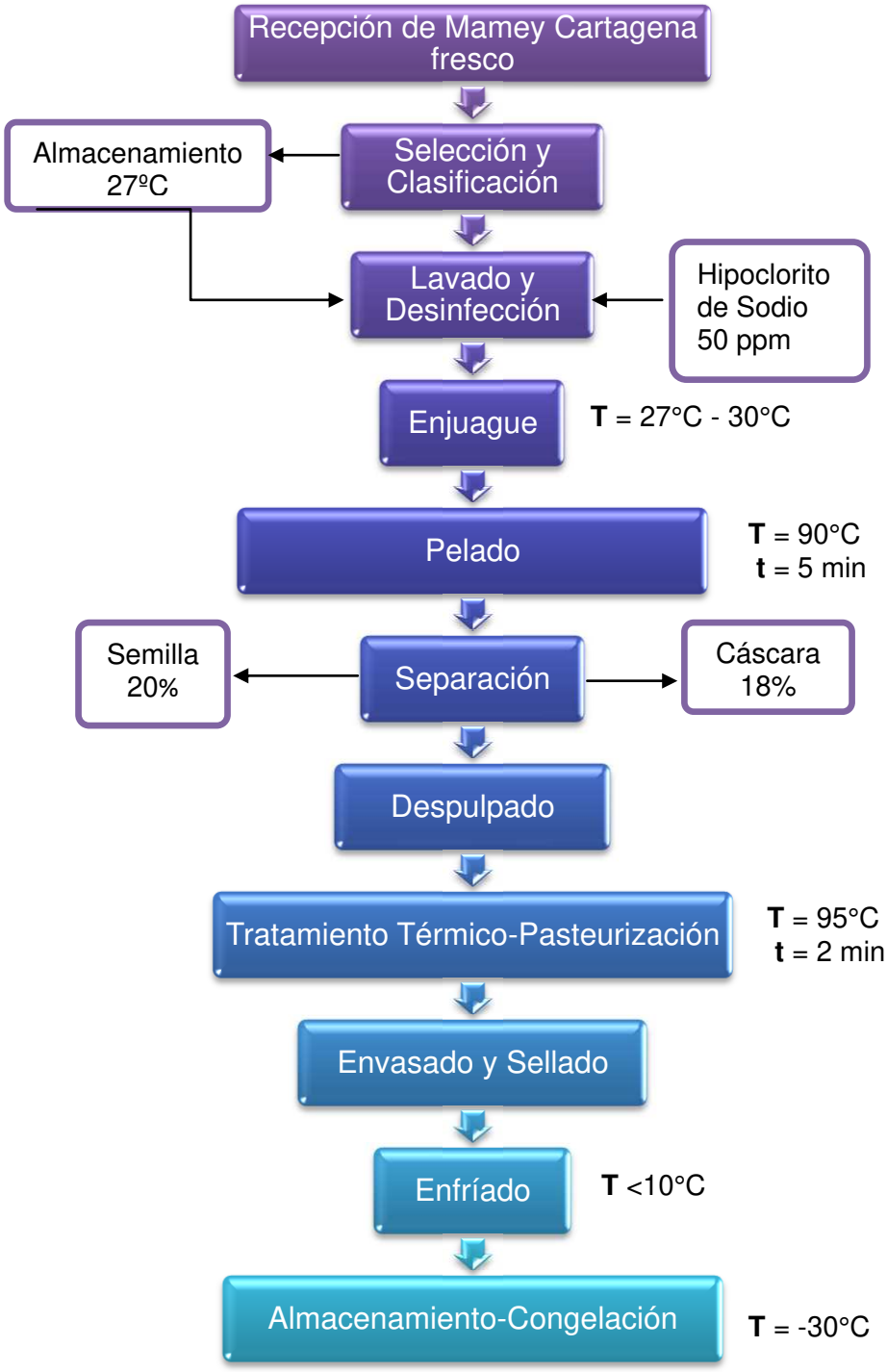


FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA CONGELADA DE MAMEY CARTAGENA

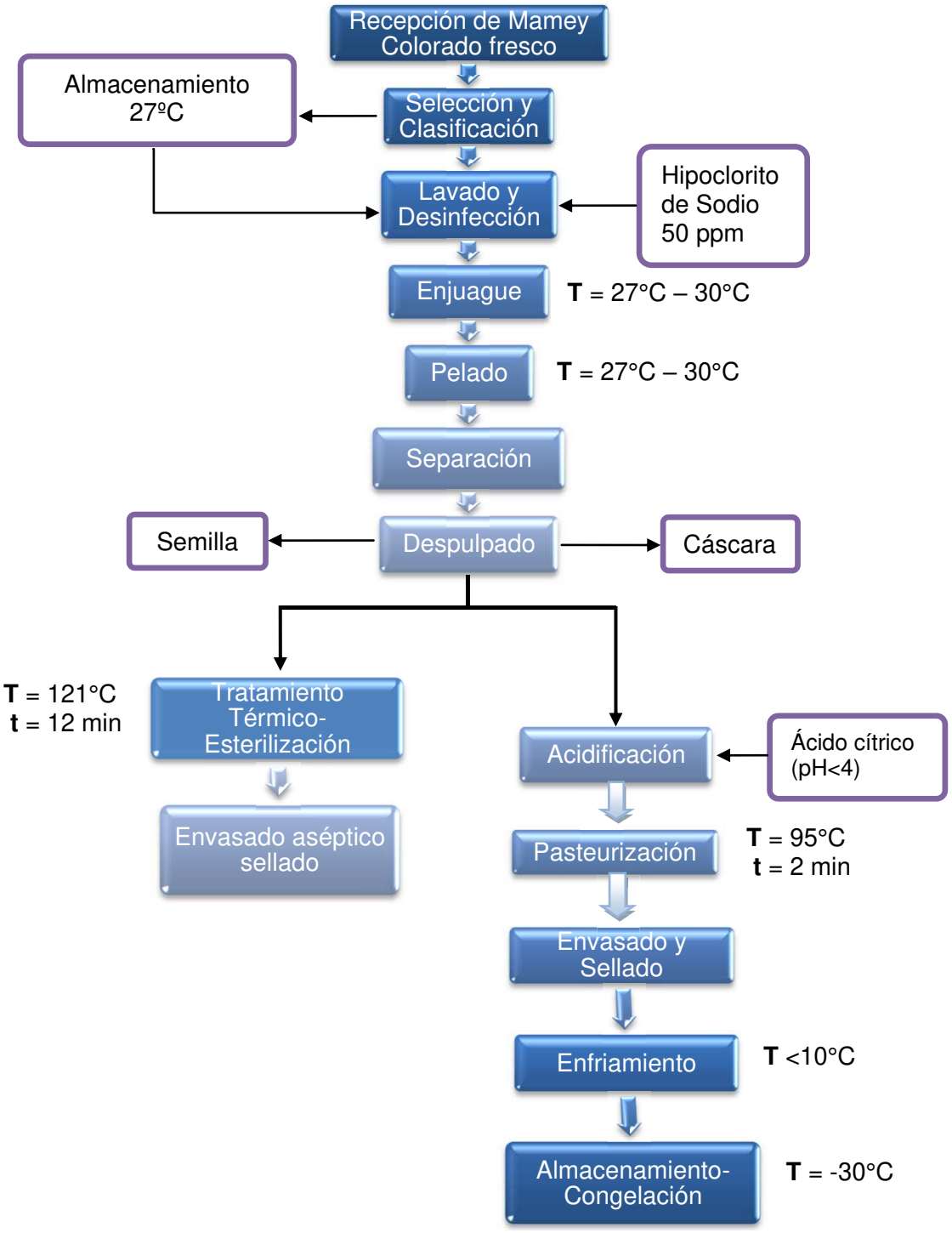


FIGURA 5.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA CONGELADA DE MAMEY COLORADO

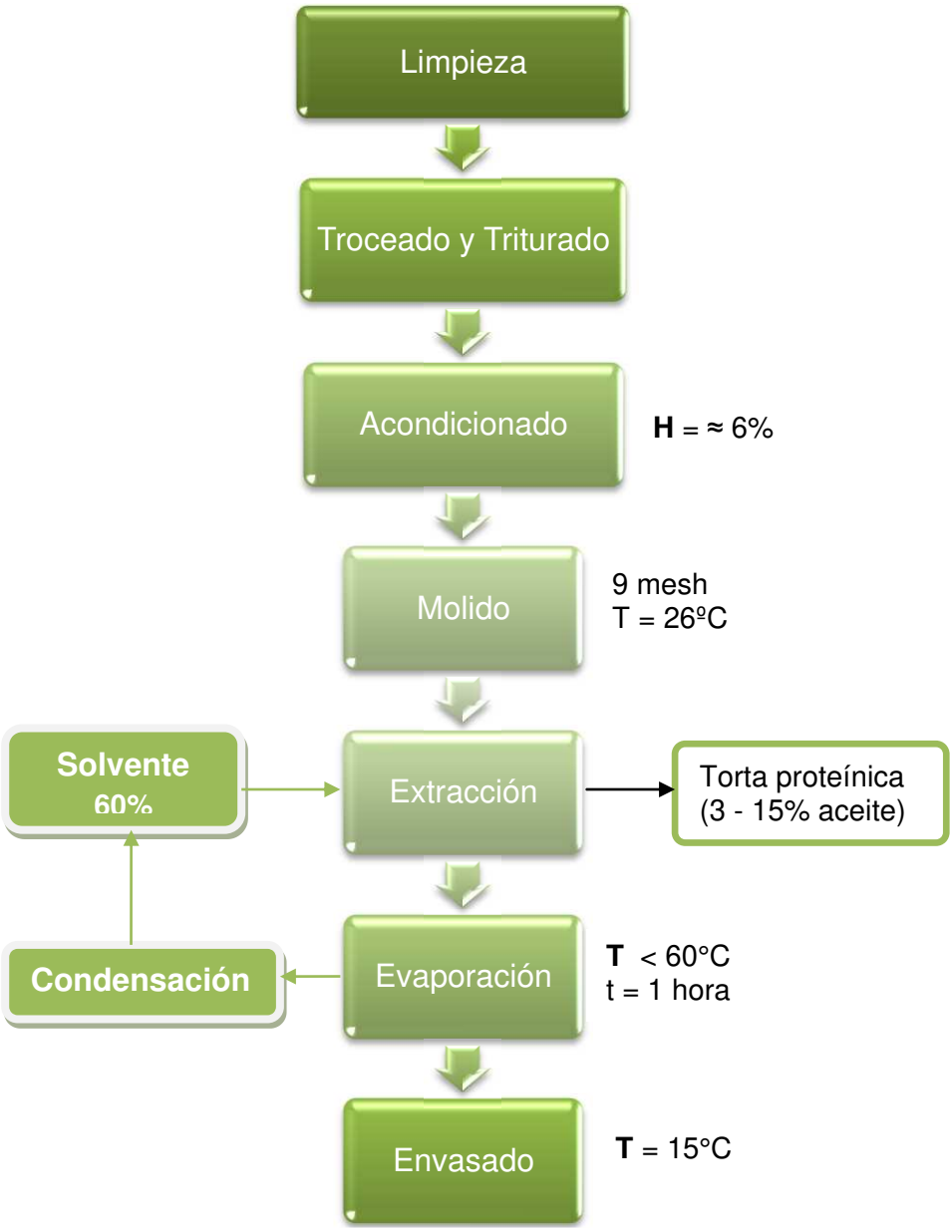


FIGURA 5.3 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLAS DE MAMEY COLORADO

5.2 Descripción del proceso de producción

Considerando el modelo de diagrama de flujo esquematizado en la Figura 5.1, 5.2 y 5.3 para el aprovechamiento del mamey colorado y cartagena, a continuación se presenta la descripción de cada etapa del proceso.

Proceso para elaboración de Pulpa Congelada

La mayoría de las etapas del proceso para elaborar la pulpa congelada son iguales para los dos tipos de mamey. Se presentan algunas excepciones como la esterilización en mamey colorado y en cartagena tratamiento térmico previo al pelado y posterior pasteurización.

Recepción de Materia Prima

En esta etapa la fruta que llega al granel se inspecciona visualmente para verificar su estado. La fruta aceptada se pesa y coloca en gavetas antes de la etapa minuciosa de selección y clasificación.

Selección y Clasificación

La selección implica la separación de la fruta en buen estado de las descompuestas, valiéndose de los sentidos sensoriales de los

operadores: visual (color), olfativa (olor característico) y táctil (textura), además de la ausencia de daños mecánicos y por insectos.

La fruta se coloca en bandas transportadoras que facilitan la inspección visual de los operarios y de recipientes donde se colocarán las futas en mal estado.

La fruta seleccionada es clasificada, el objetivo es separar la fruta lista para el proceso de aquella que no cumple la madurez fisiológica, la cual es almacenada en un ambiente que permita acelerar o retardar la maduración según convenga a la producción.

Lavado

Se lo realiza por aspersión de agua potable a presión para eliminar cualquier materia extraña que contamine la superficie de la fruta.

Desinfección

La inmersión es el método más efectivo para la reducción de carga microbiana de la superficie. La fruta colocada en cestos se sumerge

dentro de una tina de lavado que contiene solución clorada a nivel de 50 ppm durante 15 min.

Enjuague

Después de la desinfección, la fruta se enjuaga por aspersión de agua potable para eliminar cualquier residuo de cloro u otras sustancias. Mamey cartagena se somete a un tratamiento para facilitar la remoción de la cáscara, mientras que colorado pasa a la etapa de corte.

Pelado (Mamey Cartagena)

Para facilitar el pelado de la fruta se sumerge en agua caliente a una temperatura de 90ºC durante 5 minutos. Manualmente se realiza un corte longitudinal en forma de cruz con el uso de cuchillos para facilitar la remoción de las membranas que cubren el mesocarpo y luego pasar a la etapa de separación.

Pelado (Mamey Colorado)

Se lo realiza manualmente, debido a que aún no existe en el mercado un equipo que cumpla con los requerimientos para la fruta en cuestión. Haciendo un corte longitudinal.

Separación

Mamey cartagena luego es reducido de tamaño manualmente y sus semillas son separadas. Mamey colorado luego del cortado es separado de sus semillas manualmente, la cual es colocada en cestos para su uso posterior, con cucharas de acero inoxidable de boca ancha se retira la pulpa. Posteriormente pasa a una banda transportadora para el despulpado.

Despulpado

La fruta se introduce en la despulpadora, la cual deberá constar de tamices con diferentes aberturas, que permita la obtención de una pulpa refinada libre de residuos, materia dura y partes indeseables. El equipo consta con un sistema de aspas que permite la homogeneización y reduce el porcentaje de desechos. La pulpa de mamey colorado pasa a la etapa de envasado y sellado. La pulpa de mamey cartagena luego de su obtención es llevada a un intercambiador de calor.

Tratamiento Térmico: Pasteurización (Mamey Cartagena)

La pulpa de mamey cartagena es llevada a un intercambiador de calor tubo/tubo con temperaturas de trabajo de 95 ºC y tiempo de retención de 2 minutos para su posterior envasado y sellado.

Tratamiento Térmico: Esterilización (Mamey Colorado)

La pulpa de mamey colorado envasada, es llevada a un intercambiador de calor, él cual por las condiciones de trabajo permite alcanzar temperaturas mayores a los 100 ° C. El tratamiento que se consigue es de esterilización, que permite una alta reducción de carga microbiana. El tiempo y temperatura de acción depende del alimento, en nuestro caso se recomienda temperaturas de 121°C con un tiempo de retención de 12 minutos. Seguido de un envasado aséptico y sellado.

Acidificación

Adición de acido cítrico en la estandarización de la pulpa de mamey colorado.

Tratamiento Térmico: Pasteurización (Mamey Colorado)

La pulpa de mamey colorado acidificada pasa al intercambiador de calor durante un tiempo de retención de 5 minutos a 95ºC.

Enfriado

El enfriamiento de los empaques con pulpa se realiza con agua potable fría en constante circulación, que logre un choque térmico

necesario para una mayor reducción de carga microbiana y detenga la cocción del producto. Los empaques deben estar perfectamente sellados para evitar una re contaminación.

Envasado y Sellado

La pulpa se envasa en fundas de poliéster-polietileno hasta alcanzar el peso determinado. El empaque debe estar completamente limpio y cumplir con características como: resistencia a altas y bajas temperaturas y baja permeabilidad. El sellado se realiza con una selladora eléctrica por fundición del plástico.

Almacenamiento

La pulpa obtenida finalmente se coloca en cámaras de congelación a temperaturas menores a los -30°C para su almacenamiento.

Proceso para extracción de Aceite de semillas de Mamey Colorado

En operaciones a gran escala, la extracción con disolventes es un medio más económico de obtención de aceite que la extracción por presión, y su aplicación va aumentando rápidamente. Por esta razón, éste tipo de extracción es el método propuesto, a continuación se detallan las diferentes etapas del proceso.

Limpieza

Se realiza utilizando cernidores y separadores magnéticos para eliminar cualquier fragmento de metal que pudiera contener la materia prima.

Troceado y Triturado

La semilla se lleva a cilindros trituradores, los cuales constan de rodillos que facilitan el descascarado. La cáscara coriácea es desechada mientras la almendra sigue el proceso de producción.

Acondicionado

Con el objetivo de homogeneizar se coloca la almendra en tanques controladores de humedad y temperatura hasta alcanzar las condiciones necesarias de trabajo. Humedades cercanas o menores al 10% aumentan el volumen de extracción.

Molido

En un molino de martillo la almendra es reducida finamente de tamaño, en la molienda se consigue una rotura de la pared celular que deja en libertad el aceite contenido en el interior de la célula.

Extracción

La almendra molida llega a una cámara de extracción donde el disolvente de materias grasas escogido fluye por tuberías proveniente de un condensador. El solvente cae por aspersión y entra en contacto con la almendra. El proceso continúa hasta que la cámara de extracción se llena por la mezcla de solvente y aceite.

Separación

La mezcla solvente-aceite fluye hasta el separador del disolvente, que facilita la separación del solvente por diferencia de densidades.

Evaporación

El solvente es recuperado por evaporación, él cual re circulara hasta el extractor para mantener un proceso continuo.

Envasado

Una vez separado el aceite del solvente, es envasado.

5.3 Equipos propuestos: Características

Cada uno de los equipos propuestos cumple con su objetivo en cada etapa del proceso de elaboración de pulpa congelada y extracción

del aceite de semilla de mamey colorado. A continuación se detallan las características de los equipos propuestos para los procesos.

Equipos para elaboración de pulpa congelada

Despulpadora

Para el despulpado es necesario un equipo que además troce, licúe y refine. Dotada de tamices que permitan que la pulpa salga totalmente libre de desechos. Sus características están en el Apéndice G.

Selladora de bolsa continúa

Para el sellado de las fundas con pulpa se sugiere utilizar un sellador de bolsa continua con impresión. Ver Apéndice H

Intercambiador de calor de tubo

Este tipo de intercambiador tiene un especial diseño en la entrada de los tubos, la cual evita el riesgo de bloqueo por parte de las fibras contenidas en el producto. Este equipo es adecuado para pulpas de frutas con una alta concentración de pulpa y fibras. Temperaturas de proceso de -30 a 300ºC y presiones de 0 a 100 bar permiten trabajar con una alta variedad de productos. Bombas de alta presión pueden

ser utilizadas para evitar problemas con el fluido e impedir el sub-procesado. Ver Apéndice I.

Cámara de Frío

Luego del enfriamiento, el almacenamiento es la última etapa del proceso y las condiciones de la cámara son importantes. Se sugiere una que su tipo de condensación sea por frio forzado ya que intensifica el enfriamiento de las pulpas. Demás características del equipo se detallan en el Apéndice J.

Equipos para extracción de aceites de semilla

Separadores magnéticos

Se utilizan en la limpieza de las almendras ya que contiene un imán industrial que sirve para remover impurezas ferrosas. Se recomienda separadores magnéticos de tambor por vía húmeda de baja intensidad ya que las semillas se encuentran húmedas debido al lavado previo. Apéndice K.

Cernidores

Para la eliminación de los cuerpos de mayor tamaño de una forma eficiente, sencilla es recomendado el uso de cernidores. Ya que

proporciona una mayor seguridad en la eliminación de cualquier fragmento de metal y una limpieza gruesa de granos. Ver Apéndice L.

Tanque

El tanque servirá para homogeneizar la almendra hasta que alcance las condiciones de humedad requeridas para extraer un mayor volumen de aceite por lo que se recomienda un tanque de acero inoxidable. Apéndice M.

Molino

Para reducir finamente el tamaño de la almendra es necesario el uso de un molino de martillos, ya que permite la trituración de este tipo de producto y por consecuente mayor volumen de extracción de aceite. Sus especificaciones se presentan en el Apéndice N.

Extractor

Terminado el molido se requiere de un extractor donde el disolvente extrae el aceite, este proceso sigue hasta que el equipo de extracción se llene por la mezcla de solvente y aceite. Características ver Apéndice Ñ.

Separador de disolvente

La separación del solvente del aceite es fundamental. El principio operativo del proceso, se basa en las temperaturas de evaporación de los componentes. Entre los disolventes, los sólidos y el agua existen notables diferencias de temperaturas de evaporación. Se recomiendo un equipo que tenga un ordenador que gestione las temperaturas, los tiempos y envía a su depósito el producto separado, evitando cualquier mezcla entre ellos. Con este sistema se consigue separar térmicamente un 80% del producto inicial. Las especificaciones técnicas de este equipo se encuentran en el Apéndice O.

CAPITULO 6

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 ($p\geq0,05$) 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%).

- 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.

APÉNDICES

APÉNDICE A

PARÁMETROS DE RESISTENCIA TÉRMICA EN MICROORGANISMOS

Autor	Microorganismo	Tiempo (minutos) necesario para alcanzar una reducción decimal D	Valor Z (°C)
Aragâo (1989)	*Neosartorya fischeri*	$\mathbf{D_{85°C}}$ = 41,84	6,15
Brennan (1980)	*Bacillus stearothermophilus*	$\mathbf{D_{121°C}}$ = 4	17

APÉNDICE B

NORMA COLOMBIANA: NTC 404. RESOLUCIÓN 7992/91 DE MINISTERIO DE SALUD

El nivel de MO permitidos en las pulpas dependerá del tipo de proceso.

Pulpa cruda congelada:

	Buena *	**Aceptable**
Mesófilos/g	*20.000*	*50.000*
Coliformes totales/g	*9*	*<9*
Coliformes fecales/g	*<3*	*<3*
Esporas clostridium sulfito reductor/g	*<10*	*<10*
Hongos/levaduras/g	*1.000*	*3.000*

***** Índice máximo permisible para identificar el nivel de calidad.

Pulpas Pasteurizadas:

	Buena	**Aceptable**
Mesófilos/g	*1.000*	*3.000*
Coliformes totales/g	*<3*	-
Coliformes fecales/g	*<3*	-
Esporas clostridium sulfito reductor/g	*<10*	-
Hongos/levaduras/g	*100*	*200*

Pulpas sometidas a tratamientos intensos (UHT, esterilización):

	Buena	**Aceptable**
Mesófilos/g	*100*	*300*
Coliformes totales/g	*<3*	-
Coliformes fecales/g	*<3>*	-
Esporas clostridium sulfito reductor/g	*<10*	-
Hongos/levaduras/g	*<10*	-

APÉNDICE C

ESPECIFICACIONES DEL ETER DE PETRÓLEO

Product Specifications

Product No. 9268
Specifications current as of: 11/29/2007

Petroleum Ether, 35-60°C.
BAKER ANALYZED ACS Reagent

TEST	SPECIFICATION
Meets A.C.S. Specifications	
Color (APHA)	max. 10
Boiling Range:	35 - 60 °C.
Residue after Evaporation	max. 0.001 %
Acidity	Passes Test

For Laboratory, Research or Manufacturing Use

ISO 9000
Phillipsburg, NJ 9001
Paris, KY 9002
Mexico City, Mexico 9002
Deventer, Holland 9001
Kuala Lumpur, Malaysia 9002

J.T. Baker - A Division of Mallinckrodt Baker, Inc. - 222 Red School Lane - Phillipsburg, NJ 08865 -Phone: 908-859-2151 - Fax: 908-859-9323

APÉNDICE D

RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD

7.10 A los cinco días, seleccionar las placas que presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico

7.11 Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.

7.12 Cálculos

7.12.1 *Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra*. Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\Sigma C}{V\,(n_1 + 0{,}1\,n_2)\,d}$$

Donde:

ΣC = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;
n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;
n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;
d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2};
V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Ejemplo:

Volumen sembrado = 1 cm^3
Dilución 10^{-2} = 83 y 97 colonias
Dilución 10^{-3} = 33 y 28 colonias

$$\text{Número} = \frac{83 + 97 + 33 + 28}{1\,(2 + 0{,}1 \times 2)10^{-2}}$$

$$= \frac{241}{0{,}022}$$

$$= 10\,954 \text{ expresado como } 1{,}1 \times 10^4$$

7.12.2 *Redondeo*. El valor obtenido redondear a dos cifras significativas de la siguiente manera (NTE INEN 52):

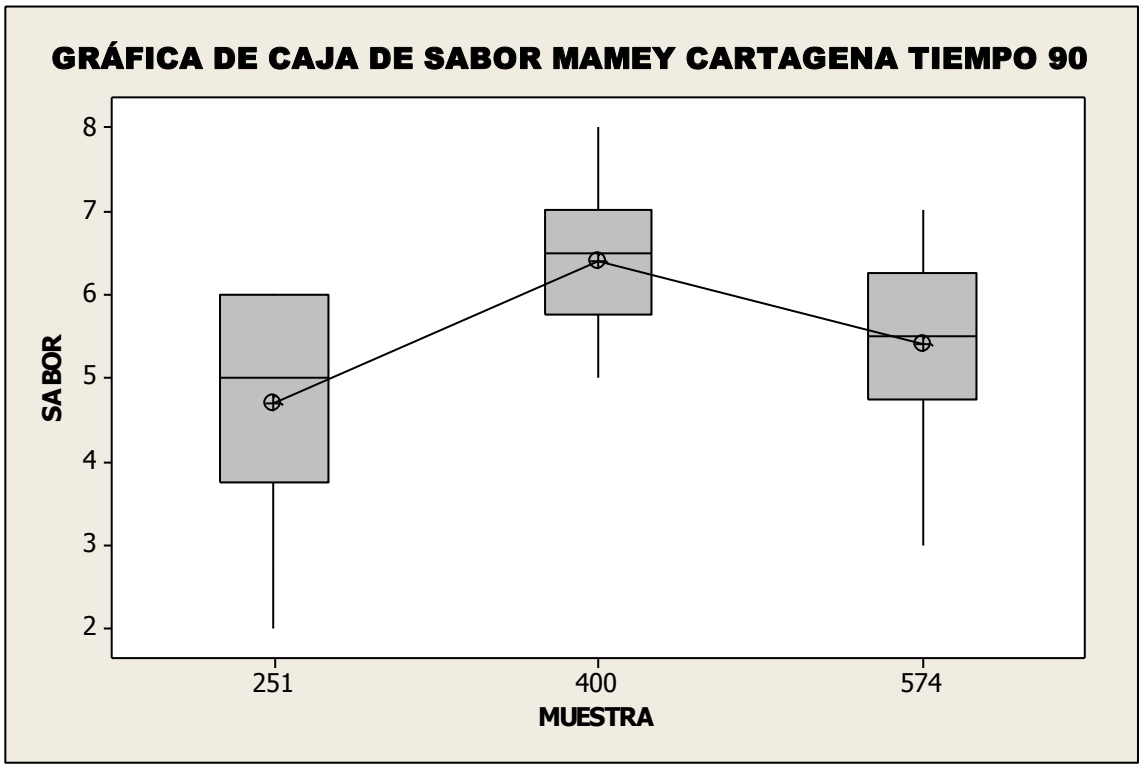
7.12.2.1 Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es menor de cinco, mantener inalterado el segundo dígito y reemplazar por ceros los restantes. Por ejemplo, si el valor calculado fuere 553 000, redondearlo a 550 000 y expresar como $5{,}5 \times 10^5$. Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es superior a cinco, añadir una unidad al segundo dígito; por ejemplo, si el valor obtenido fue 10 954, redondearlo a 11 000 y expresar $1{,}1 \times 10^4$.

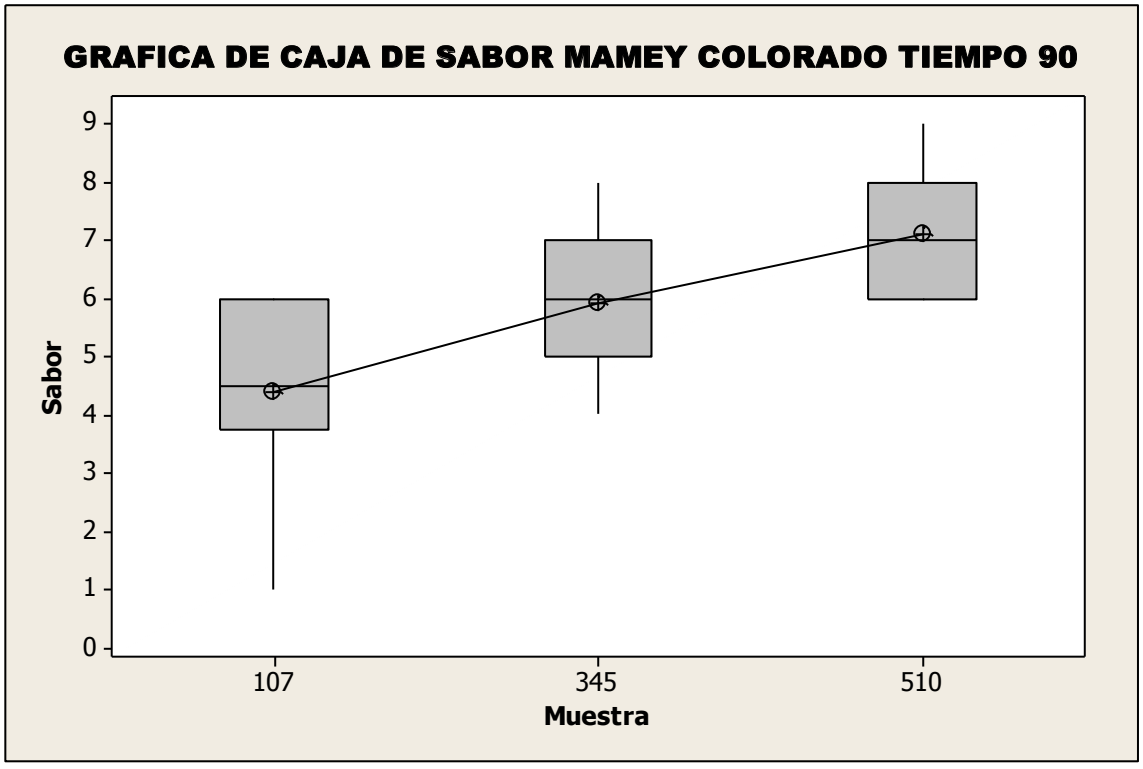
APÉNDICE E

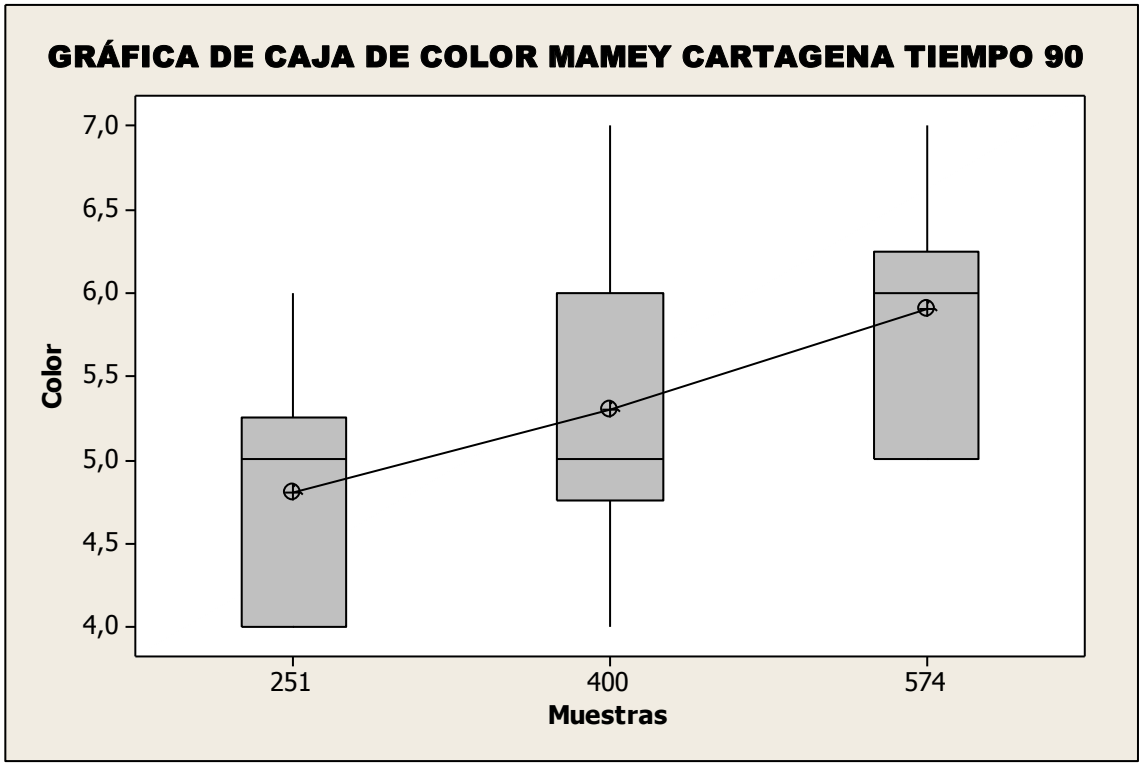
ESCALA HEDÓNICA

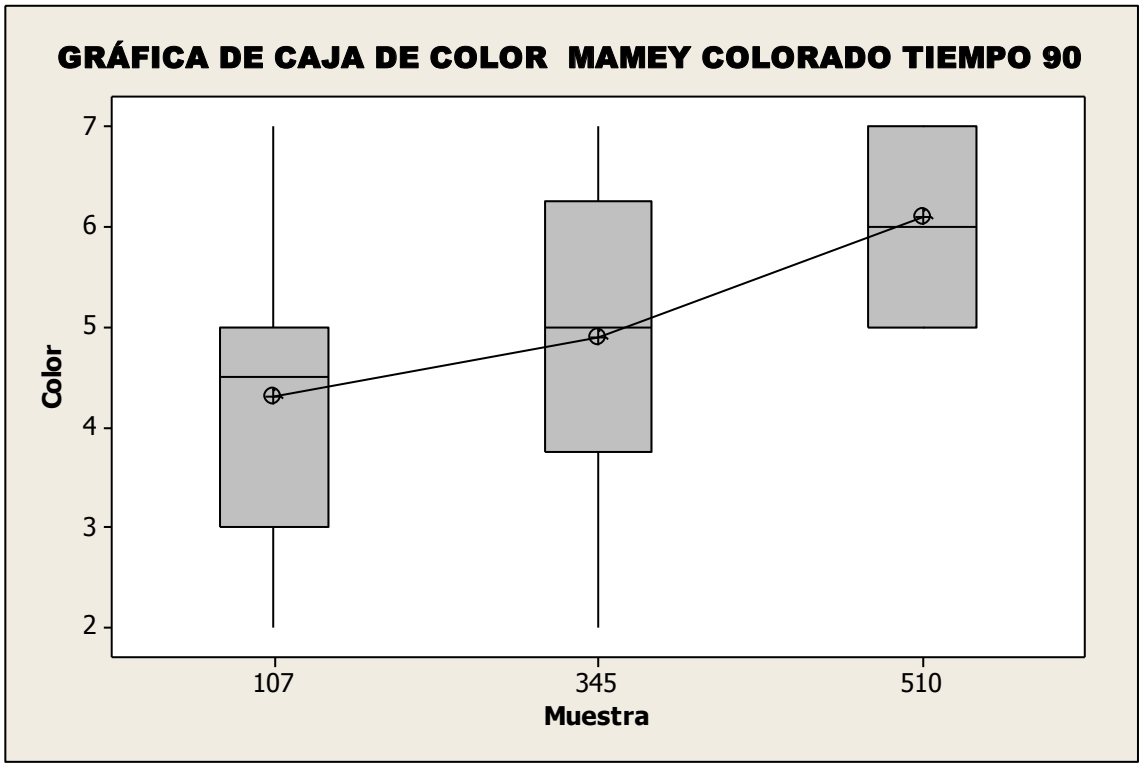
ESCALA HEDÓNICA	PUNTUACIÓN
Le gusta enormemente	9
Le gusta mucho	8
Le gusta bastante	7
Le gusta poco	6
Ni le gusta ni le disgusta	5
Le disgusta poco	4
Le disgusta bastante	3
Le disgusta mucho	2
Le disgusta enormemente	1

APÉNDICE F


GRÁFICA DE CAJA DE SABOR MAMEY CARTAGENA TIEMPO 90
SABOR
8
7
6
5
4
3
2
251
400
574
MUESTRA


GRAFICA DE CAJA DE SABOR MAMEY COLORADO TIEMPO 90
Sabor
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
107
345
510
Muestra


GRÁFICA DE CAJA DE COLOR MAMEY CARTAGENA TIEMPO 90
Color
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
4,0
251
400
574
Muestras


GRÁFICA DE CAJA DE COLOR MAMEY COLORADO TIEMPO 90
Color
7
6
5
4
3
2
107
345
510
Muestra

APÉNDICE G

DESPULPADORA

Características

- Además es trozadora, licuadora y refinadora.
- Elaborada en acero inoxidable 304 en todas sus partes, incluso el cuerpo del equipo.
- Sistema horizontal con corrector de inclinación que la convierte en semihorizontal, para mayor rendimiento.
- El sistema de aspas patentado permite que el desecho salga totalmente seco, (libre de pulpa).
- Sistema de aspas protegidas para impedir que parta la semilla. Dotada de dos tamices para cualquier tipo de fruta, incluyendo frutas de alta dificultad.
- Motor 2 h.p. (1.750 r.p.m.)

APÉNDICE H

SELLADORA DE BOLSA CONTINÚA

Características y ventajas

- Puede trabajar tanto en modo vertical como horizontal según el producto a empacar o dependiendo el tamaño.
- Control de temperatura para ajustar según el material de la bolsa (300ºC max).
- Control de temperatura para la impresión (300ºC max).
- Impresión de lote, caducidad, fecha de empaque, (30 caracteres en 2 líneas).
- Velocidad variable 0-13 mts / min.
- Banda transportadora que guía y sostiene el peso del producto.
- Ancho de sellado variable 6-15 mm.
- Impresión sobre el sello, ajustable del inicio de la bolsa al centro

APÉNDICE I

INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBO / TUBO

Características

Son ideales para productos con partículas, de textura sensible y productos de alta viscosidad

- Diseño altamente flexible para adaptarse a líneas y plantas multi-producto
- Amplia gama de modelos para afrontar cualquier desafío de proceso de productos
- Fácil y bajo coste de mantenimiento
- Resistencia al ensuciamiento
- Temperatura: -30 a 300 ºC
- Presión: 0 a 100 bar

APÉNDICE J

CÁMARA DE FRIO

Módulos

- Revestimiento exterior en chapa pre pintada blanca o de acero galvanizado.
- Revestimiento Interior en chapa blanca

Herrajes

- Totalmente en Zamac (aleación de zinc con aluminio, magnesio), inyectado a presión esmaltado.
- Externo conjunto cierre manija junta.
- Interno manija de seguridad.

Bisagras

- Totalmente en Zamac inyectado a presión, 3 (tres) troneras por puerta.

Iluminación

- Interna para su correcta iluminación.

Características del frío

Motocompresor

- Unidad condensadora de HP según capacidad en mts3

Tipo de condensación

- Por frío forzado que intensifica el enfriamiento de los productos.

Tensión y frecuencia

- 220 V.- 50 HZ

APÉNDICE K

SEPARADORES MAGNÉTICOS VÍA HUMEDA DE BAJA INTENSIDAD

Características

- Estos separadores magnéticos de tambor vía húmeda tienen un alto rendimiento, alta coercitividad de materiales ferrosos y materiales de NdFeB, con desmagnetización baja (menos del 5% en 8 años).

- El diseño con campo magnético razonable mejora la succión y aumenta el índice de recuperación.

- El sistema magnético de polos múltiples hace que la eliminación de impurezas en el material sea más fácil.

- La cubierta y la tolva están hechas de material de acero inoxidable.

- El ángulo del sistema magnético puede ser ajustado por medio del mecanismo de ajuste tipo tornillo para lograr un efecto de separación magnética óptimo.

APÉNDICE L

CERNIDORES

Características

- Eliminación de los cuerpos de tamaño mayores al grano en forma eficiente, sencilla y con muy bajo mantenimiento.

Estructura o bastidor

- Construido con chapas de acero que hacen a la estructura muy resistente.

- Las cuatro bases de apoyo se abulonan a una placa ubicada en el lugar donde se colocará el cernidor; sobre éste están dispuestos todos los elementos del equipo, además de que dichas bases forman parte de la estructura, en donde se encuentra el grupo motriz.

- Sobre la estructura se encuentran los cobertores del canasto rotativo copiando la forma cilíndrica del cernidor, que son sujetadas a la estructura mediante cierres rápidos**.**

Canasto rotativo

- Su función separar los granos de los elementos bastos (de mayor tamaño) que ingresan al cernidor.

- El canasto está formado por una estructura de caños unidos entre sí y por fuera de éste, en forma envolvente, una malla de orificios cuadrados del tipo electro soldada.

APÉNDICE M

TANQUE

Características

- Verticales u horizontales
- Fondo torisférico, cónico o inclinado
- Tapa torisférica, hemisférica o de sobreponer
- Recipiente atmosférico, con presión o al vacío
- Registro de hombre
- Fabricados en acero inoxidable
- Con serpentines para calentar y/o enfriar
- Diversas presiones de trabajo
- Soportadas en patas o cartabones
- Diversos tipos de descarga, válvulas, férulas clamp
- Aislamiento térmico
- Termómetros
- Graficadores
- Controles de velocidad para los agitadores
- Manómetros e instrumentación en general

APÉNDICE N

MOLINO DE MARTILLOS

Las características de este equipo se detallan a continuación:

- Gran versatilidad por la sencillez en su operación
- Sistema de martillos fijos u oscilatorios
- Martillos de doble vida de fácil intercambio
- Sencillez en el cambio de cribas
- Facilidad al cambiar sus piezas y por consiguiente fáciles de limpiar
- Poseen gran robustez
- Ocupan poco espacio y tienen una gran capacidad de molienda
- Cuentan con una boca de alimentación grande y un diseño moderno y seguro con deflector para evitar que el producto regrese
- Tolva de descarga con salida directa del producto

APÉNDICE Ñ

EXTRACTOR

Características

- Sistema totalmente autónomo
- Montado en suelo
- Un solo recipiente de extracción/eliminación de disolventes
- Tanque de miscela
- Condensador del flujo superior
- Tanque de recuperación de disolvente/agua
- Operación de una versión a pequeña escala de procesos industriales.
- Puede procesarse una gran variedad de extracciones sólido/líquido.
- Baja tasa de desechos.

APÉNDICE O

SEPARADOR DE DISOLVENTE

Características

- Construida en acero-inoxidable, con una cámara de ebullición con doble pared y aislamiento térmico. Completamente estancada, evitando cualquier fuga de disolvente.

- Termostatos para regular y controlar la temperatura del aceite dieléctrico, de la destilación y de alarmas.

- Ordenador para el control y ajustes de todos los parámetros

- Intercambiador de calor para realizar las condensaciones.

- Descarga automática del residuo concentrado.

BIBLIOGRAFIA

1. ALMEIDA DE PAULA GABRIELA, “Caracterização físico-química e estudo do escurecimento encimático em productos derivados de açaí (Euterpe oleracea Mart)” (Dissertação, Mestrado em Tecnología de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, 2007), Ceará - Brasil, Disponible en: http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1494

2. ALTON E. BAILEY, Aceites y Grasas Industriales, Reverte, Segunda edición, USA, 1951

3. AOAC, Association of official analitical chemistry, Official methods of analysis of the association analytical chemistry, Décimo sexta edición, Washington D.C – USA, 1995

4. ARAGÃO GLÁUCIA, “Identificação e determinação da resistência térmica de fungos filamentosos termorresistentes isolados da polpa de morango” (Dissertação, Mestrado em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1989), Campinas – Brasil, Disponible en: http://www.tede.ufsc.br/teses/PEAL0047.pdf

5. ARAÚJO NETO S., “Desenvolvimento, maturação e determinação do ponto de colheita do sapoti (Manilkara achras)” (Dissertação, Mestrado em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 2000),

Mossoró – Brasil, Disponible en: http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3463.pdf

6. AZURDIA CESAR, Tres Especies de Zapote en América Tropical (Pouteria campechiana, P. sapota y P, viridis), Southampton Centre for Underutilised Crops, Universidad de Southampton, Southampton, Reino Unido, 2006

7. 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

8. BRENNAN J, BUTTERS J, LILLY A, Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos, Acribia, Zaragoza - España, 1980

9. CHITARRA M.I., CHITARRA A. B., Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio, Segunda edición, Lavras – Brasil, 2005, Disponible en: http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1509

10. CODEX Stan 247, Norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas, 2005, Disponible en: www.codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS_247s.pdf

11. 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=iD0ES9SvII-hnQek6Khh&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCAQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false

12. FERRÉ JOAN, RIUS XAVIER, Introducción al Diseño Estadístico de Experimentos, Departamento de Química Analítica y Química Orgánica, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona – España, Disponible en: http://www.quimica.urv.es/quimio

13. FRAZIER W, WESTHOFF D, Microbiología de los Alimentos, Acribia, cuarta edición, Zaragoza - España, 1993

14. HOLDSWORTH S, Conservación de Frutas y Hortalizas, Acribia, Zaragoza - España, 1987

15. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos, Tercera edición, Volumen 1, São Paulo – Brasil, 1985

16. KIMBALL D., Procesado de cítricos, Acribia, Zaragoza – España, 1999

17. 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

18. LADEROZA M, DRAETTA I, Enzimas e Pigmentos-Influencias e alterações durante o processamento. In: Soller, M.P.et al. Manual de Industrializaçao 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

19. LEÓN R., "Diversidad vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecológicas en la región litoral del ecuador" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006)

20. MADRID VICENTE, MADRID CENZANO, Nuevo manual de Industrias Alimentarias, AMV, Tercera edición, España, 2001

21. Merck® Productos, Test del ácido ascórbico, 2007

22. Minitab® Inc, Meet Minitab 15 para Windows®, USA, 2007, Disponible en: www.minitab.com

23. MORTON J., Fruits of warm climates, Miami – USA, 1987, Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mamey.html

24. NASCIMENTO VIVIAN, Caracterização de plantas de mamey, Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SÃO PAULO ,BRASIL, 2008, Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000400019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

25. 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

26. SOLÍS R., Caracterización Fisicoquímica de la Grasa del Zapote (Pouteria sapota) y el Contenido de Ácidos Grasos, 2004, Disponible en: http://74.125.95.132/search?q=cache:v7YuonRBrZUJ:www.quimicaweb.com/Pouteria%2520sapota.doc+Solis%2BCaracterizaci%C3%B3n+Fisicoqu%C3%ADmica+de+la+Grasa+del+Zapote+(Pouteria+sapota)+y+el+Contenido+de+%C3%81cidos+Grasos&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es

27. SOUZA FILHO, et al., Efeito do branqueamento, proceso osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidades da vitamina C de pedúnculos de caju procesados por métodos combinados, Ciencia e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 19, n.2, p. 211-213, 1999, Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000200010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

28. TOMA W., et al., Preliminary studies of Mammea americana L. (Guttiferae) bark/latex extract point to an effective antiulcer effect on gastric ulcer models in mice, Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad Estatal de Campinas, Departamento de Fisiología, Instituto de Biociencias, Universidad Estatal Paulista, Facultad de Farmacia, Campus de Ciencias Médicas, Universidad de Puerto Rico, Departamento de Fisiología, Instituto de Biología, Universidad Estatal de Campinas, Campinas, São Paulo -

Brasil, San Juan – Puerto Rico, 2005, Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B7GVW-4F7S102-8&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=c305f43334a45007b1137b21901d574f

29. VELEZ MARGOT, Técnicas de Análisis Químico de alimentos, Determinación de Humedad, Ecuador, 1991

30. VILLALBA M., YEPES I., ARRÁZOLA G., Caracterización fisicoquímica de frutas de la zona del sinu para su agroindustrialización, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Colombia, 2005, Disponible en: http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/11-1/111-2.pdf