



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE MAMEY (*Mammea Americana L.*) Y SU
EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS”.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES:

BACH. JULCA HUARNIZO LÚZ MARILÚ

BACH. VÁSQUEZ TORRES FERNANDO

ASESOR:

Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERU

2018

**“DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE MAMEY (*Mammea americana L.*) Y
SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS”.**

ELABORADO POR:

Bach. Lúz Marilú Julca Huarnizo

Bach. Fernando Vásquez Torres

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

**Ing. M.Sc. Juan Carlos Díaz
Visitación**

SECRETARIO DEL JURADO

**Ing. M.Sc. Sebastián Huangal
Scheineder**

VOCAL DEL JURADO

**Ing. Julio Humberto Tirado
Vásquez**

ASESOR

**Ing. M.Sc. Juan Francisco
Robles Ruiz**

DEDICATORIA

A mi Dios:

En primer lugar, por haberme permitido llegar a este tan anhelado día, por haberme dado salud para lograr mis objetivos y por todas las oportunidades que me ha dado ya que sin su ayuda no somos nada. Él me da las fuerzas para seguir adelante luchando ante las adversidades. *Jehová es mi pastor nada me faltará (Sal 23:1)*

A mi familia:

Especialmente a mis padres Eulalio Julca Zurita y María Huarnizo Alberca por su constante apoyo a mis estudios, a mis hermanas Esmilda, Elsa, Etelvira, Arceli, María, especialmente a Eliza mi querida hermana; por su amistad, compañía y grandes valores inculcados, por su incondicional apoyo y rectitud en mi formación. También a Palermo y en especial a Juber mi querido hermano que, aunque no está ya con nosotros siempre lo recuerdo como el mejor de todos, a él le debo toda mi carrera profesional, a estas personas agradezco por estar conmigo en este camino y poder llegar a este tan ansiado día.

A mis amigos:

Por todas las experiencias alegrías y gratos momentos únicos que pasamos durante esos cinco años, por apoyarnos mutuamente, por esa amistad, los llevo en mi corazón en especial a Fernando Vásquez Torres (mi Fer), que es el mejor regalo que Dios me ha dado.

“Las muchas aguas no podrán apagar el amor, ni lo ahogarán los ríos. Si diese el hombre todos los bienes de su casa por este amor, de cierto lo menospreciarían”

(Cantares 8:7)

“Deléitate asimismo en Jehová y él te concederá las peticiones de tu corazón”

(Salmos 37:4)

Bach. Lúz Marilú Julca Huarnizo

DEDICATORIA

A mi Dios:

Por darme la vida, por estar conmigo en cada paso que doy, por ser mi guía, mi luz, por enseñarme que todo es posible si confiamos y tenemos fe en él, ya que él fortalece mi espíritu, brindándome fuerzas para seguir adelante, dándome sabiduría y por concederme salud para disfrutar de estos momentos especiales de mi vida, permitiéndome terminar mis objetivos tan importantes en mi formación profesional.

A mi familia:

Porque creyeron en mí, brindándome ejemplos dignos de superación y entrega, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo seguir hasta el final, va por ustedes, por lo que valen, a todos espero no defraudarlos y contar siempre su valioso apoyo sincero e incondicional, principalmente a mis padres Rufino Vásquez Tarrillo y Berceiza Torres Pérez, a mis hermanas Yané y Luzvina, y de manera muy especial agradezco a Marilú (mi ternura), ella ha sido la pieza fundamental para que este trabajo se haga realidad. Gracias por enseñarme a caminar por el camino correcto.

A mis amigos:

Por esos grandes momentos vividos, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y a aquellos que participaron en forma directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas”

(Josué 1:9)

“La persona que ama no tiene miedo. Donde hay amor no hay temor. Al contrario, el verdadero amor quita el miedo.”

(1 Juan 4:18)

Bach. Fernando Vásquez Torres

AGRADECIMIENTO

- En esta presenta investigación queremos agradecer primeramente a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, por hacer realidad un sueño anhelado y ejercer con seguridad y confianza por medio de la fe en él.
- A nuestro asesor Ing. Juan Francisco Robles Ruiz por su dedicación y apoyo quien, con sus conocimientos, su experiencia, paciencia y motivación ha logrado que nosotros culminemos esta investigación con éxito.
- A nuestros jurados Ing. Juan Carlos Díaz Visitación, Ing. Sebastián Huangal Scheineder e Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez por el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo, por las sugerencias aportadas y consejos para el perfeccionamiento de esta investigación.
- A nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento, tanto moral y material durante el desarrollo de esta investigación. Por ser nuestro ejemplo de vida, por promovernos de valores, pues palabras nunca serán suficientes para agradecerles durante todo este tiempo de formación.
- A nuestros amigos que de alguna forma participaron en esta investigación con su apoyo y tiempo.
- A los técnicos de Laboratorio por su inmensa gratitud de tenernos paciencia y apoyo: Sr. Floriano Saucedo, Sr. Luis Ballena, Sra. Mercedes, Sr. Baltazar; por su invaluable colaboración durante la ejecución de esta investigación.

LOS AUTORES

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

	Pág.
I. FUNDAMENTO TEÓRICO	1
1.1. Materia Prima: Mamey (<i>Mammea americana L.</i>)	1
1.1.1. Generalidades de mamey	2
1.1.1.1. Clasificación Taxonómica del mamey	3
1.1.1.2. Descripción Botánica	4
1.1.1.3. Requerimientos edafoclimáticos	5
1.1.1.4. Cosecha	6
1.1.2. Composición química y valor nutricional	7
1.1.3. Propiedades del uso del mamey	9
1.1.4. Características de la producción nacional	10
1.1.5. Características de la producción mundial	11
1.2. Secado	12
1.3. Deshidratación osmótica	13
1.3.1. Variables que afectan el proceso de deshidratación osmótica	16
1.3.1.1. Concentración del soluto en la solución	16
1.3.1.2. Temperatura	16
1.3.1.3. Tiempo	18
1.3.1.4. Concentración y naturaleza del agente osmótico	18
1.3.1.5. Tamaño de molécula	19
1.3.1.6. Geometría del producto a deshidratar	20
1.3.1.7. Relación masa de solido / solución osmótica	20
1.3.2. Ventajas y Desventajas de la deshidratación osmótica	21
1.3.2.1. Ventajas	21
1.3.2.2. Desventajas	23
1.3.3. Importancia de la deshidratación osmótica en la industria	24
1.4. Secado por aire forzado	25

II.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1.	Lugar de ejecución	27
2.2.	Materia prima, e insumos.....	27
2.2.1.	Materia prima.....	27
2.2.2.	Azúcar	28
2.2.3.	Aditivo	28
2.3.	Materiales, equipos y reactivos.....	28
2.3.1.	Materiales de vidrio	28
2.3.2.	Equipos e instrumentos	30
2.3.3.	Reactivos para análisis fisicoquímicos	30
2.4.	Métodos de análisis.....	31
2.4.1.	Análisis fisicoquímico	31
2.4.2.	Análisis morfológico de la materia prima (mamey)	32
2.4.3.	Análisis organoléptico.....	32
2.4.3.1.	Descripción de los tratamientos	33
2.4.4.	Análisis microbiológico.....	33
2.4.5.	Análisis estadístico	34
2.5.	Metodología experimental	34
2.5.1.	Caracterización de la pulpa de mamey.....	34
2.5.2.	Elaboración de mamey osmodeshidratado	35
2.5.3.	Proceso de secado	38
2.5.4.	Preparación de las soluciones osmóticas	40
2.5.5.	Evaluación de la deshidratación osmótica de mamey.....	41
2.5.5.1.	Pérdida de peso (WR)	42
2.5.5.2.	Pérdida de agua (WL).....	42
2.5.5.3.	Ganancia de sólidos (SG)	43
III.	RESULTADOS	44
3.1.	Caracterización de la materia prima (mamey).....	44
3.1.1	Caracterización fisicoquímica del mamey.....	44
3.1.2	Análisis morfológico de la materia prima (mamey)	44
3.2.	Deshidratación osmótica de mamey	45
3.2.1.	Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos para todos los tratamientos de osmodeshidratación.....	45

3.2.2.	Variación de la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica	46
3.2.2.1	Evaluación estadística de la pérdida de agua.....	46
3.2.3.	Variación de pérdida de peso durante la deshidratación osmótica.....	48
3.2.3.1	Evaluación estadística de la pérdida de peso.....	48
3.2.4.	Variación de la ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica	50
3.2.4.1	Evaluación estadística de la ganancia de sólidos	50
3.3.	Datos del proceso de secado en el túnel	52
3.3.1.	Efectos de la temperatura del secado por aire forzado.....	52
3.3.1.1.	Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 45°Bx	52
3.3.1.2.	Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 50°Bx	53
3.3.1.3.	Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 55°Bx	54
3.3.1.4.	Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 60°Bx	54
3.3.1.5.	Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 65°Bx	55
3.3.1.6.	Variación del peso en láminas de mamey sin tratamiento de ósmosis (muestra testigo).....	56
3.4.	Determinación del mejor tratamiento mediante análisis sensorial	57
3.4.1.	Análisis de varianza para el análisis sensorial del producto final.	57
3.5.	Caracterización del producto final y control de calidad.....	62
3.5.1.	Características fisicoquímicas	62
3.5.2.	Descripción física	63
3.6.	Análisis microbiológico de la mejor muestra.....	63
IV.	DISCUSIONES.....	64
V.	CONCLUSIONES	74
VI.	RECOMENDACIONES	76
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77
VIII.	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Descripción taxonómica del mamey	3
Tabla 2 Valor alimenticio por 100 g de pulpa fresca	7
Tabla 3 Producción mensual de mamey en toneladas, según departamentos.....	10
Tabla 4 Producción nacional del mamey	10
Tabla 5 Métodos de análisis físico químico	31
Tabla 6 Escala Hedónica de 7 puntos	32
Tabla 7 Combinaciones de los tratamientos.....	33
Tabla 8 Métodos de análisis microbiológicos.....	34
Tabla 9 Resultado de Análisis físico químico en 100g de mamey fresco	44
Tabla 10 Resultados de la caracterización morfológica de la materia prima	45
Tabla 11 Resultado general de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos	45
Tabla 12 Análisis de varianza de la pérdida de agua.....	46
Tabla 13 Grupos formados según Tukey para la pérdida de agua	47
Tabla 14 Análisis de varianza para la pérdida de peso.....	48
Tabla 15 Grupos formados según Tukey para pérdida de peso	49
Tabla 16 Análisis de varianza de la ganancia de sólidos.....	50
Tabla 17 Grupos formados según Tukey para ganancia de sólidos.....	51
Tabla 18 Análisis de varianza para el análisis sensorial de mamey osmodeshidratado.	57
Tabla 19 Grupos formados según Tukey para color.....	58
Tabla 20 Grupos formados según Tukey para olor.....	59
Tabla 21 Grupos formados según Tukey para textura.....	60
Tabla 22 Grupos formados según Tukey para sabor.....	61
Tabla 23 Caracterización fisicoquímica del mamey osmodeshidratado y secado	62
Tabla 24 Resultados del análisis microbiológico del producto terminado.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Efectos principales durante la deshidratación osmótica.....	14
Figura 2: Diagrama de flujo para la manipulación del mamey fresco.....	39
Figura 3: Pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos para las diferentes concentraciones.....	45
Figura 4: Porcentaje de Pérdida de agua para los diferentes tratamientos.....	46
Figura 5: Porcentaje de pérdida de peso para los diferentes tratamientos.....	48
Figura 6: Porcentaje de ganancia de sólidos para los diferentes tratamientos.....	50
Figura 7: Curva de secado, para la muestra osmodeshidratada con jarabe de 45°Bx.....	52
Figura 8: Curva de secado, para la muestra osmodeshidratada con jarabe de 50°Bx.....	53
Figura 9: Curva de secado, para la muestra osmodeshidratada con jarabe de 55°Bx.....	54
Figura 10: Curva de secado, para la muestra osmodeshidratada con jarabe de 60°Bx.....	55
Figura 11: Curva de secado, para la muestra osmodeshidratada con jarabe de 65°Bx.....	55
Figura 12: Curva de secado, para la muestra sin pretratamiento osmótico.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Secuencia fotográfica del procedimiento para obtener mamey osmodeshidratado y secado.....	86
ANEXO 2 Análisis fisicoquímicos de la materia prima y del producto final.....	92
ANEXO 3 Producto final para cada tratamiento previo al análisis organoléptico.....	92
ANEXO 4 Análisis organoléptico del producto terminado.....	99
ANEXO 5 Valores de la ganancia de sólidos, pérdida de agua y pérdida de peso para cada tratamiento durante la deshidratación osmótica.....	101
ANEXO 6 Informe de análisis microbiológico de mamey osmodeshidratado.....	105
ANEXO 7 Procedimiento del análisis microbiológico del film.....	108

RESUMEN

El mamey tiene buenas características organolépticas y nutricionales. Sin embargo, es estacional teniendo picos de sobreproducción y no está siendo industrializada; para aprovechar los beneficios de esta fruta se buscan métodos de conservación que no reduzcan su calidad nutricional, la deshidratación osmótica se perfila como uno de los sistemas más efectivos para preservar la fruta manteniendo sus características nutricionales y alargando el tiempo de vida útil, es por ello que el presente trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar la deshidratación osmótica de mamey (*Mammea americana L.*) y su efecto en las características fisicoquímicas y organolépticas.

Se sometió el mamey a osmodeshidratación, y posteriormente a un secado por convección. El proceso de deshidratación osmótica se realizó con láminas de 3, 2 y 0,5 cm de largo, ancho y espesor, de mamey, con un grado de madurez 5,08 y se utilizaron 5 concentraciones osmóticas (sacarosa): 45, 50, 55, 60 y 65°Bx, en relación jarabe fruta de 2:1 a temperatura ambiente. Posteriormente las rebanadas se secaron en una segunda etapa en un secador de aire caliente a temperaturas de 40, 45 y 50°C, con velocidad de 3,5 m/s y una HR 62%; los tratamientos se compararon con una muestra testigo (sin pretratamiento osmótico). De los datos obtenidos se observa que en la deshidratación osmótica se presenta mayor deshidratación a concentraciones mayores; la mayor ganancia de sólidos fue 8,63% y se obtuvo en el tratamiento de 45°Bx; la mayor pérdida de peso y la mayor pérdida de agua lo obtuvo el tratamiento 65°Bx con 37,76 43,69% respectivamente, asimismo el C5T1 (65°Bx/40°C) fue el que tuvo mayor nivel de aceptación por los panelistas, con una humedad 14,27%; mientras que la muestra testigo no tuvo aceptación por los panelistas, con una humedad de 3,54%.

ABSTRACT

The mamey has good organoleptic and nutritional characteristics. However, it is seasonal having peaks of overproduction and is not being industrialized; to take advantage of the benefits of this fruit are looking for conservation methods that do not reduce their nutritional quality, osmotic dehydration is emerging as one of the most effective systems to preserve the fruit maintaining its nutritional characteristics and lengthening the shelf life, that is why The purpose of this research work was to evaluate the osmotic dehydration of mamey (*Mammea americana* L.) and its effect on physicochemical and organoleptic characteristics.

The mamey was subjected to osmodehydration, and subsequently to convection drying. The osmotic dehydration process was carried out with sheets of 3, 2 and 0.5cm long, wide and thick, of mamey, with a degree of maturity of 5.08 and 5 osmotic concentrations (sucrose) were used: 45, 50, 55, 60 and 65°Bx, in relation syrup fruit of 2:1 at room temperature. Subsequently the slices were dried in a second stage in a hot air dryer at temperatures of 40, 45 and 50°C, with a speed of 3.5 m/s and a HR 62%; the treatments were compared with a control sample (without osmotic pretreatment). From the data obtained it is observed that in the osmotic dehydration there is greater dehydration at higher concentrations; the highest solid gain was 8.63% and was obtained in the 45°Bx treatment; the greatest weight loss and the greatest loss of water was obtained by the 65 ° Bx treatment with 37.76 43.69% respectively, also the C5T1 (65°Bx/40°C) was the one with the highest level of acceptance by the panelists, with a humidity of 14.27%; while the control sample did not have acceptance by the panelists, with a humidity of 3,54%.

INTRODUCCIÓN

El mamey es una fruta exótica que existe en nuestro país con buenas características organolépticas y que a nivel nutricional tiene propiedades funcionales debido a sus vitaminas y minerales; además de compuestos fenólicos, pigmentos en presencia mayor de carotenoides e actividad antirradical. En la actualidad la producción a nivel nacional ha incrementado en los últimos 10 años, teniendo como la mayor región que siembra y cosecha a Lambayeque (Caicedo y López, 2016).

Sin embargo, tiene inconvenientes de ser una fruta estacional teniendo picos de sobreproducción y al no tener mucha importancia dentro de la industria solo se comercializa en forma fresca, natural y solo por temporadas.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes. Una alternativa a lo indicado es el procesamiento de frutas mediante ósmosis y luego secadas por aire caliente para darles estabilidad. Bajo esta tecnología, se conservan la mayoría de los nutrientes.

La deshidratación osmótica es un sistema muy efectivo para preservar la fruta sin necesidad de utilizar temperaturas elevadas lo cual permite mantener sus características nutricionales, además de no utilizar aditivos. Esta tecnología consiste en extraer el agua de la fruta, a través de la presión osmótica que ejerce una solución concentrada de sacarosa (en este caso), la cual conserva mejor las características organolépticas, le proporciona mejor sabor y textura. Además, la sacarosa está más disponible y es menos costoso en comparación a otros agentes deshidratantes.

Es por eso que se plantea investigar un método de conservación por deshidratación osmótica con un posterior secado por convección para poder comprobar si este método influye o no en las características fisicoquímicas y organolépticas.

Además, mediante su empleo se busca extender el tiempo de permanencia de la fruta en el mercado, lo que facilitaría un mayor aprovechamiento de las producciones principalmente durante la etapa postcosecha evitando picos de pérdidas por sobreproducción debido a que esta tecnología requiere equipos de bajo costo y las sustancias utilizadas como solutos, son de origen natural y de fácil adquisición en el mercado permitiendo que pequeños procesadores puedan acceder a ella por los bajos costos de inversión. También brindar un producto nuevo, alternativo y diversificar la forma de consumir mamey, ya que no se le está dando mucha importancia dentro de la industria alimentaria.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteándonos como objetivo general; evaluar la deshidratación osmótica de mamey (*Mammea americana L.*) y su efecto en las características fisicoquímicas y organolépticas; así como objetivos específicos; caracterizar biométrica y fisicoquímicamente la materia prima (mamey), evaluar la concentración de sacarosa (45%, 50%, 55%, 60% y 65%) y la temperatura de aire caliente (40°C, 45°C y 50°C) que deshidrate y conserve mejor las características fisicoquímicas y organolépticas del mamey; realizando un análisis sensorial y estadístico, caracterizar fisicoquímicamente el producto final y evaluar microbiológicamente el producto final.

I. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. Materia Prima: Mamey (*Mammea americana L.*)

El mamey se encuentra casi a mitad de camino entre las "grandes" y las "menores" frutas tropicales y es única en permanecer prácticamente estática en los últimos 40 años, recibiendo poca atención tanto en el hogar como en el comercio (Sabelotodo: el mamey).

El mamey es un fruto climatérico que madura rápidamente, está presente en varios departamentos de la costa peruana. En Lambayeque los meses de mayor producción se dan en marzo y abril siendo el departamento de mayor producción.

El fruto es una drupa de forma ovoide o elipsoidal con un tallo gordo y corto, y una punta discreta en el ápice. 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 adherido a la pulpa (Cedeño y Viteri, 2009).

La pulpa es carnosa, de sabor y olor muy agradable, tiene un color amarillo 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 (Orduz y Rangel, 2002).

El consumo de mamey ayuda a prevenir el daño celular, proteger a los tejidos y al organismo de enfermedades degenerativas, así como prevenir enfermedades crónicas, además de retardar el proceso de envejecimiento, contribuyendo a la vitalidad del

organismo, estos beneficios se deben a su contenido rico en antioxidantes que ayudan a reducir el estrés oxidativo, bloqueando el proceso de oxidación, interponiéndose entre los radicales libres y nuestras células Caicedo y López (2016 citado en Velásquez *et al.*, 2015).

1.1.1. Generalidades de mamey

Dentro de la actual tendencia de los consumidores por alimentos saludables, el mamey (*Mammea americana L.*) ofrece gran potencial para usar en procesamientos agroindustriales y cumplir con los requerimientos deseados para la salud del consumidor. Una especie arbórea nativa de las Antillas, fue introducida a los trópicos en el mundo. Su fruto contiene una pulpa amarillo-rojiza, aromática y comestible; 100 g de pulpa contienen 47 mg K, 14 mg vitamina C, 12 mg vitamina A, y 14 mg folato.

La pulpa se puede usar para producir almíbar, jugo, helado, mermelada y pastas (Coello, 2017).

Los frutos del mamey tienen propiedades funcionales debido a sus vitaminas y minerales, además del contenido de compuestos fenólicos y consecuentemente su actividad anti radical, y ocupa un lugar importante dentro de los frutos conocidos como exóticos Caicedo y López (2016 citado en Velásquez *et al.*, 2015).

1.1.1.1 Clasificación Taxonómica del mamey

Tabla 1

Descripción taxonómica del mamey

REINO:	Vegetal
SUBREINO:	<i>Embryobionta</i>
DIVISION:	<i>Angiospermae</i>
CLASE:	<i>Magnoliopsidae</i>
SUBCLASE:	<i>Dillenidae</i>
ORDEN:	<i>Malpighiales</i>
FAMILIA:	<i>Clusiaceae</i>
GENERO:	<i>Mammea</i>
ESPECIE:	<i>Mammea Americana L.</i>

Nota: Recuperado de Mamey (Mammea americana L.). López (2011).

La clasificación taxonómica del mamey se muestra en la tabla 1, el mamey Cartagena es una fruta conocida también como Mammea americana L., de la familia Guttiferae. También se le atribuye denominaciones en inglés como Mammee, Mammeeapple, St. Domingo apricot y South American apricot.

En Latinoamérica es conocida como mamey de Santo Domingo, mamey amarillo, mamey de Cartagena. En Brasil se lo denomina abricote, Abrió do Pará, Abrió Salvaje, o pecego de Sao Domingos. Y en Francia se lo conoce como abricot d Amerique, abricot des Antilles, abricotpays, abricot de Saint-Dominqueo abricotiersauvage. Esta fruta muchas veces puede llegarse a confundir con el zapote o con el mamey colorado, ya que sus denominaciones en algunas partes de América latina casi están relacionadas, pero las diferencias están en su sabor, aroma, textura y consistencia (Martínez, 2012).

1.1.1.2. Descripción Botánica

Árbol siempre verde que puede alcanzar más de 20 m de altura en sus zonas de origen, con la copa piramidal, densa, y la corteza marrón-grisácea, de áspera a escamosa o agrietada. Ramillas con látex amarillento. Hojas opuestas, simples, elíptico-redondeadas, de 15-25 cm de longitud y 5-10 cm de anchura, redondeadas en el ápice y en la base. Textura coriácea; haz de color verde oscuro brillante y verde más pálido en el envés. En su superficie tienen puntos glandulares visibles a trasluz. Flores solitarias o en pequeños grupos, muy vistosas, fragantes, de color blanco. Miden 2-2,5 cm de diámetro. Existen flores masculinas, femeninas y bisexuales. Fruto es una drupa, de forma redondeada y de 8-18 cm de diámetro, con corteza gruesa y pulpa de amarilla a rojiza, jugosa, conteniendo 2-4 semillas oblongas de color marrón rojizo (Marcano, 2009).

Flores solitarias o, también formando racimos en las axilas de los brotes jóvenes, con dos sépalos y cuatro a seis pétalos blancos y fragantes. Planta con árboles masculinos y con árboles hermafroditas (Marcano, 2009).

Christian *et al.* (1999); Villachica (1996) mencionan que el fruto es una drupa, puede ser de forma redondeada a oblonga, de 8 – 20 cm de diámetro y 0,5 – 2,0 kg de peso, con corteza gruesa y flexible, pulpa de amarilla, rojiza o anaranjada, de exquisito sabor y jugosa, puede contener de 1 – 4 semillas oblongas de color marrón rojizo. Lebrón (2015 citado en Orduz y Rangel, 2002) indica que su cáscara es de color marrón claro, áspero. El epicarpio duro forma con la parte externa del mesocarpio, una cáscara de 3 a 4 mm de espesor, rica en fibras y canales de resina y fácilmente desprendible. La pulpa o mesocarpio es de color amarillo hasta rojizo, consistencia firme y azucarada. Las

semillas de 6 a 8 cm de largo se presentan en número de uno a cuatro, dispuestas de manera radial.

Según el CATIE (2003), el fruto contiene un 62% de pulpa, 20% de semilla y 18% de cáscara y es rico en vitaminas A, C y B2. Las semillas requieren de 1 – 2 meses para germinar, se deben sembrar de 5 – 8 cm de profundidad. Las semillas se pueden extraer de frutos maduros caídos al suelo y pueden ser almacenadas bajo refrigeración hasta por cuatro meses.

Torres (2007 citado en Villachica, 1996) menciona que el proceso de germinación es lento y con mucha desuniformidad, las plántulas comienzan a emerger a los 40 días, prolongándose hasta 260. La estructura utilizada como semilla corresponde al endocarpio, el cual contiene en su interior una semilla, estos pesan en promedio 47,8 g. Cada fruto puede contener de 1 – 4 endocarpios, siendo un 71,5% los frutos que presentan un endocarpio, un 24,5% presentan dos, un 3,0% presentan tres y un 1,0% presenta hasta cuatro.

1.1.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

En América Central crece en zonas de clima tropical desde el nivel del mar hasta los 600 – 900 msnm. necesita abundante precipitación y no tolera la sequía. El cultivo no requiere grandes cuidados, aunque si es conveniente mantener la humedad del suelo y abonar a lo largo de todo el año de forma equilibrada (Fernández y Hernández, 2009).

García y García (2017) mencionan que el mamey prospera en partes húmedas, debajo de los 1000 m de altitud. Requiere una temperatura promedio de 18°C y suelos livianos,

ricos, profundos y bien drenados. El mamey crece de mejor manera en climas de húmedos a muy húmedos, con regímenes de precipitación con 1500 mm/año o más. Se cultiva en los valles interandinos de Perú y Ecuador, donde llueve menos de 1500 mm, pero con lluvias bien distribuidas o con suplemento de riego. Planta bien adaptada a los climas tropicales y subtropicales, donde crece desde cerca del nivel del mar hasta una elevación de 1600m en México y Colombia.

1.1.1.4. Cosecha

Índice de cosecha. Ésta se realiza cuando el fruto tiene un tamaño adecuado y va depender básicamente del material genético del que se disponga que por el hecho de ser una especie nativa y de propagación espontánea su origen es de semilla por lo que habrá diferencias marcadas de un árbol a otro (Cadena hortofrutícola: cultivo del mamey).

Sistemas de recolección. Lo más conveniente es evitar que el fruto caiga al suelo porque en muchas partes el agricultor simplemente espera a que ellos solos caigan, sin embargo, de esa forma los frutos se dañan principalmente si los árboles son muy altos, lo más recomendable es coleccionar la fruta una a una o usar una bolsa de lona atada a una vara larga y liviana para cosechar las frutas en ramas distantes (Cadena hortofrutícola: cultivo del mamey).

1.1.2. Composición química y valor nutricional

Tabla 2

Valor alimenticio por 100 g de pulpa fresca

Calorías	44,3 – 45,5
Humedad	85,5 – 87,6 g
Proteína	0,088 – 0,470 g
Grasa	0,15 – 0,99 g
Carbohidratos totales	11,52 – 12,67 g
Fibra	0,80 – 1,07 g
Ceniza	0,17 – 0,29 g
Calcio	4,0 – 19,5 mg
Fosforo	7,8 – 14,5 mg
Hierro	0,15 – 2,51 mg
Vitamina A (β- Caroteno)	0,043 – 0,37 mg
Tiamina	0,017 – 0,030 mg
Riboflavina	0,025 – 0,068 mg
Niacina	0,160 – 0,738 mg
Ácido ascórbico	10,2 – 22,0 mg
Aminoácidos:	
Triptófano	5 mg
Metionina	5 – 6 mg
Lisina	14 – 35 mg

Nota: Recuperado de "Fichas técnicas, frutas"; Mamey Cartagena, FAO (2006).

Martínez (2012) indica que el mamey se disfruta en preparaciones donde la pulpa fresca o congelada se mezcla con ingredientes para hacer sorbetes o helados. Puede degustarse fresco, cortando la fruta sagitalmente y removiendo la semilla. El mamey es también bueno para hacer jaleas, pastas y conservas. Además, según investigaciones realizadas, es una fruta muy recomendada para la creación de conservas, ya que dura

de dos a tres meses en descomponerse su pulpa y llegar a portar hongos dañinos para la salud.

Se dice que puede llegar a ser un sustituto del durazno por su casi similar aroma y sabor. La pulpa en muchos lugares como en las Bahamas se deja reposar en agua salada por unas horas para quitar el sabor amargo de su goma amarillenta que está muy adherida a la pulpa de la fruta, en otros lugares se acostumbra a macerar la fruta con vino, dando como resultado un vino exquisito de un aroma y sabor muy agradables.

Alia *et al.* (2005) mencionan que el color de la pulpa en el fruto de mamey se debe a la presencia de carotenoides y que durante la maduración la concentración de estos pigmentos aumenta. Se detectó la presencia de β - caroteno (color amarillo) y el pigmento violaxantina, el de mayor concentración de los carotenoides, además de α ζ – carotenoides (color verde). Ahora en cuanto a fenoles se detectó flavonoles (glúcido de quercetina) y derivados de ácido cinámico y catequinas, lo cual indica alta actividad antioxidante en la pulpa de mamey.

El mamey debe ser una fruta infaltable en la dieta de las personas, ya que proporciona 57ug de retinol/100 g de pulpa fresca (representa el 7,6% del retinol diario), es una fruta exótica que posee una cantidad elevada de retinol, aporta también minerales como el calcio y fósforo (Caicedo y López, 2016).

Mendoza (2008) menciona que la pulpa del fruto está compuesta en su mayor parte de agua (72%) y carbohidratos (16%), entre los azúcares presentes están la glucosa, fructosa y sacarosa y poco o nada de almidón. También refiere que el mamey es notable

por su bajo contenido de ácidos y su pulpa tiene un rango de pH que va de 4,5 a 6,0. El componente de mayor influencia en la acidez es el ácido málico.

La fibra dietética (fibra soluble e insoluble) en la mayoría de frutas normalmente oscila de 1 a 5g por 100g. de producto fresco y con respecto al mamey, señala que este contiene polisacáridos cuyas características fisicoquímicas permite utilizarlo como fuente de fibra en la preparación de alimentos para regímenes especiales. Además de ser una buena fuente de fibra insoluble por su alto contenido de celulosa con 0,95 g /100 g. de porción comestible (Hernández y Gallardo, 1998).

1.1.3. Propiedades del uso del mamey

- Según (Lebrón, 2015). La piel de su fruto, que sirve para preparar varios platos muy sabrosos. La pulpa es blanca, por lo general, y el sabor dulce y perfumado.
- El polvo de las semillas se puede utilizar para contrarrestar enfermedades parasitarias de la piel.
- Un licor aromático se puede obtener de la destilación de las flores y utilizarlo en problemas digestivos.
- Proporciona energía.
- De igual forma tienen propiedades insecticidas, en los usos populares se usaba para tratar infecciones del cuero cabelludo, diarrea, problemas digestivos y de visión.
- En cosmética suele utilizarse por las propiedades suavizantes e hidratantes que se le atribuyen; además de su contenido de carotenos que le confiere la propiedad de anti radicales libres.

1.1.4. Características de la producción nacional

Tabla 3

Producción mensual de mamey en toneladas, según departamentos

Dpto.	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nacional	1606	105	223	504	500	105	44	30	28	25	-	19	24
Piura	384	-	74	80	53	42	32	16	24	21	-	19	24
Lambayeque	731	-	15	310	370	36	-	-	-	-	-	-	-
La libertad	433	105	134	106	59	22	6	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	59	-	-	9	17	5	6	15	4	4	-	-	-

Nota: Tomada de Anuario de producción hortofrutícola, MINAG (2013).

Tabla 4

Producción nacional del mamey

Año	Producción de mamey (Ton)
2004	1715,4
2005	1553,0
2006	1601,0
2007	1698,3
2008	1669,1
2009	1560,1
2010	1606,1
2011	1359,7
2012	1407,4
2013	1606,4

Nota: Tomada de series nacionales; producción de mamey, INEI (2012).

La tabla 3 nos muestra que la mayor producción se da en los meses de marzo y abril. Lambayeque es el departamento que mas produce. Esto se debe al tipo de suelo y a su clima tropical hace que diferentes distritos y provincias de este departamento la cultiven. En la Tabla 4 se observa que la producción del mamey en los últimos 10 años ha sido considerable, para el año 2013 la producción nacional fue de 1606,4 toneladas.

1.1.5. Características de la producción mundial

Lebrón (2015) indica que no se tiene datos actuales sobre la producción mundial, pero se conoce los lugares donde se está produciendo el cultivo, que está ubicado en centro América los lugares donde hay productores de mamey son México, Guatemala, Puerto Rico, Costa Rica, Cuba, República Dominicana y Florida, entre otros. Siendo México el país que más investigaciones ha realizado para mejorar el cultivo ahora cuenta con más de 2342,75 ha sembradas y Guatemala se encuentran sembrados un total de 793,970 ha de mamey. Los principales destinos de exportación de Guatemala durante el 2002-2006 han sido El Salvador con casi 60%, Honduras con 20,2%, Estados Unidos con 19,6%, Nicaragua 0,3% y el resto del mundo como Holanda, Canadá, España, entre otros, con menos del 0,1% en total.

Según datos de la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO), las exportaciones de “Mamey” totales del mundo para el 2006 fueron de US\$956,963 equivalentes a 228,897 TM. Con respecto al crecimiento en volumen de exportación, éste decayó más del 25% en el 2003, se equiparó en el 2004, aumentó un 24% en el 2005 y volvió a decaer un 15% en el 2006.

Los principales países de la UE exportadores de mamey son: Alemania 45,820 mil/ kg, Italia con un 20,641 mil/kg, Francia 13,819 mil/kg y Holanda 13,386 mil/kg y Reino Unido 9,828 mil/kg. Para el año 2006 el total de las importaciones de mamey para la UE fue de 152,728 los principales países importadores eran: España 74,138 mil/kg, Holanda con 30,105 mil/kg, Francia 15,624 mil/kg, Alemania 7,120 mil/kg e Italia 5,092 mil/kg.

1.2. Secado

Casp y Abril (2003) mencionan que el secado de los alimentos es el método más antiguo de conservación de los productos perecederos. Este es un procedimiento de conservación que, al eliminar la totalidad del agua libre de un alimento, impide toda actividad microbiana y reduce la actividad enzimática.

Según (Carranza y Soto, 2015) Actualmente se emplean diferentes modos de secado combinado que incluyen generalmente dos y raras veces tres de algunas de estas opciones:

- Secado convectivo con aire caliente.
- Secado a presión reducida.
- Deshidratación osmótica.
- Calentamiento por microondas.
- Calentamiento por radio frecuencia

1.3. Deshidratación osmótica

Coloma (2008) menciona que la deshidratación osmótica es el proceso de remoción de agua en el cual los alimentos (tales como frutas y vegetales) son colocados en una solución concentrada de sólidos solubles donde ocurre deshidratación parcial del agua del producto. Simultáneamente a la remoción del agua, se presenta en menor cantidad, el ingreso de soluto desde la parte externa hasta el interior del producto a deshidratar. Las soluciones que se usan como agentes osmóticos son soluciones concentradas de sacarosa, salmueras de alta concentración, maltodextrinas y jarabes de maíz de variada composición. Se deben buscar las soluciones de mayor fuerza osmótica, pero que al mismo tiempo afecten lo menos posible las características sensoriales del producto. La DO es un método no térmico de deshidratación mediante el cual se logra obtener productos de humedad intermedia con buena calidad organoléptica.

Castillo y Cornejo (2007) señala que la deshidratación osmótica como pretratamiento, mejora las características organolépticas del color y sabor de los productos deshidratados, es una técnica que permite reducir el contenido de humedad e incrementar el contenido de sólidos solubles en las frutas, mediante la inmersión de esta en solución acuosa de alta concentración de soluto, para que ocurra el proceso de osmosis entre la fruta y la solución concentrada. El agua se traslada desde la disolución menos concentrada en soluto (alimento) hacia la más concentrada (solución hipertónica), de tal manera que las concentraciones tienden a igualarse. Existen varios factores (temperatura, concentración de solución osmótica, etc.) que ejercen influencia sobre los fenómenos de transferencia de masa en el proceso de deshidratación osmótica.

Si bien el producto obtenido no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o temperatura fría, un producto final de buena calidad organoléptica (Morgado *et al.*, 2014).

Campos y Flores (2012 citado en Cornejo y Nuñez, 2000) mencionan que la deshidratación osmótica (DO) es una técnica para producir alimentos de humedad intermedia, ya sea enteros o en placas, consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas. La base de este proceso es la ósmosis, que consiste en el movimiento molecular de ciertos componentes de una solución a través de una membrana semipermeable hacia otra solución de menor concentración de cierto tipo particular de moléculas con el objetivo de producir dos efectos principales: los cuales se representan en la Figura 1 flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior de la placa de alimento a procesar. De tal manera que las concentraciones tienden a igualarse es decir cuando la velocidad neta de transporte de materia se anula y alcanza el equilibrio terminando así el proceso osmótico.

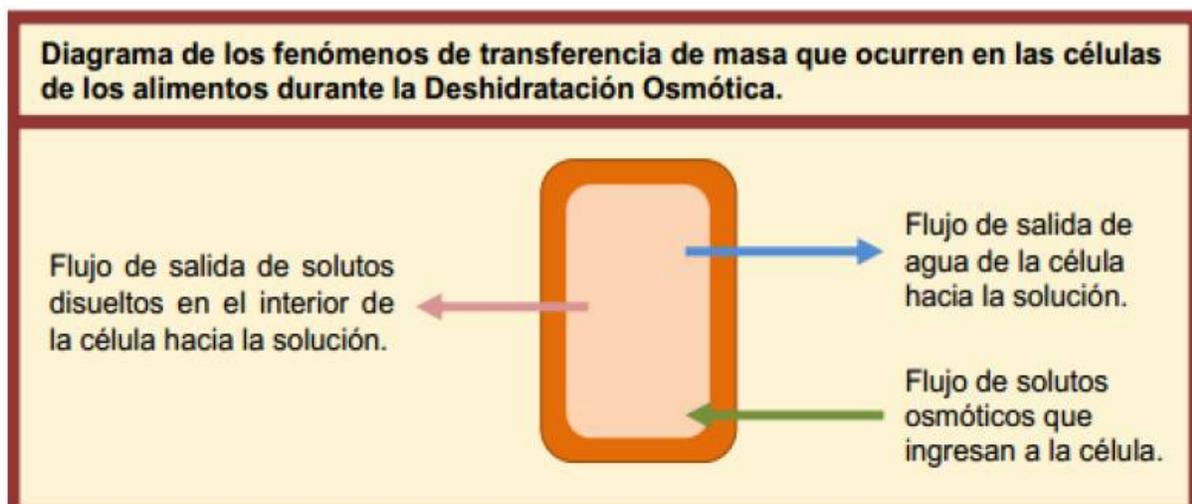


Figura 1: Efectos principales durante la deshidratación osmótica. Recuperado de "Deshidratación osmótica de placas de chayote (*sechium edule*) utilizando soluciones hipertónicas de cloruro de sodio y sacarosa" p.5, por Campos y Flores (2012 citado en Parzanese, 2012). (Tesis de pregrado). Universidad Veracruzana.

Genina *et al.* (2002) mencionan que han identificado dos etapas en el proceso de DO. En la primera, denominada deshidratación, la pérdida de agua es mayor que la ganancia de sólidos y en una segunda etapa, llamada impregnación, se obtiene una ganancia de sólidos mayor a la pérdida de agua. En esta segunda etapa, la masa total del sólido aumenta con el tiempo.

El proceso de deshidratación osmótica es frecuentemente aplicado para conservar la calidad y estabilidad de frutas y hortalizas, sin tener pérdidas considerables en compuestos aromáticos; además de que puede ser utilizado como una operación previa en el secado y la liofilización (Campos y Flores, 2012).

Se ha observado que la inclusión de azúcares protege la pigmentación de los vegetales, por lo que su aplicación podría eliminar la necesidad de inactivar enzimas, proceso comúnmente aplicado para eliminar los problemas de oscurecimiento de vegetales (Sharma *et al.*, 2003).

El proceso se puede realizar a presión atmosférica y/o presión subatmosférica (vacío), con presión de vacío las cinéticas de deshidratación son más rápidas y en algunas situaciones se mejora la calidad de los productos deshidratados en términos de textura, color y sabor, entre otros. Cuando se deshidrata a presión atmosférica se presentan los fenómenos de ósmosis y difusión. La principal aplicación del proceso de DO es como pretratamiento a otros procesos de conservación de materiales biológicos, con el propósito de mejorar la calidad de los productos terminados, reducir el tiempo de proceso y ahorrar energía. Además de su utilización como pretratamiento, la DO tiene otras aplicaciones en la producción de materia prima para ser incorporada como ingrediente en productos de frutas tales como jaleas, mermeladas, helados, lácteos y confitados, lo

cual abre una gran posibilidad para el aprovechamiento y la exportación de frutas (Ayala *et al.*, 2010).

1.3.1 Variables que afectan el proceso de deshidratación osmótica

1.3.1.1. Concentración del soluto en la solución

Cornejo (2010) menciona que la fuerza impulsora para la deshidratación osmótica es la diferencia de presiones osmóticas entre el producto y la solución concentrada en la cual está inmerso. Por otro lado, la presión osmótica es proporcional a la concentración de la solución, por lo que un aumento de concentración traerá como consecuencia un incremento en la presión osmótica de esta y por lo tanto en la fuerza impulsora total. A mayor concentración de la solución osmótica, la velocidad de deshidratación también será mayor. Sin embargo, el incremento en la concentración de la solución trae como consecuencia un aumento en la viscosidad, lo que puede dificultar la agitación y el manejo de la solución, haciéndose necesario encontrar una concentración óptima.

1.3.1.2. Temperatura

Della (2010) indica que éste es el parámetro más importante que afecta la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos. La temperatura presenta dos efectos. Uno de ellos es que el aumento de temperatura favorece la agitación molecular y por consiguiente mejora la velocidad de difusión. El otro es la modificación de la permeabilidad de la membrana celular con un incremento de la temperatura.

La aplicación de temperaturas por encima de 60 °C puede provocar cambios perjudiciales contra la integridad del tejido alimentario, además de causar pardeamiento interno y

ocasionar pérdida de compuestos termolábiles (como vitaminas, compuestos aromáticos, entre otros). Las temperaturas más usadas en osmodeshidratación son de 25 °C, 30 °C, 40 °C y 60 °C. (Campos y Flores, 2012).

Torres (2007) menciona que temperaturas comprendidas entre 20 y 40°C son consideradas como las más óptimas porque no afectan la integridad de los tejidos, preservan la calidad nutricional del producto y son las de mayor interés a nivel económico. Por debajo de 40-50 °C las membranas celulares mantienen su funcionalidad limitando el transporte. Por encima de estas temperaturas la desnaturalización y la pérdida de la actividad biológica celular hacen el transporte mucho más rápido, pero tiene un efecto negativo sobre la estructura del tejido de la fruta y por tanto sobre su textura, así como sobre el sabor y el aroma.

Lazarides (2001) afirman que el empleo de bajas temperaturas y elevadas concentraciones osmóticas favorece la retención de ácidos orgánicos y nutrientes. No obstante, en la mayoría de los casos se observa una escasa ganancia de azúcar, debido a la formación de una capa externa de células colapsada, que actúa como barrera impidiendo el flujo de componentes. En este sentido el uso de altas temperaturas solo es indicado cuando se desea obtener productos con un alto contenido en sólidos solubles.

Según Quijano (2011) a temperaturas menores de 40 a 50 °C, las membranas celulares mantienen su funcionalidad limitando el transporte, se conserva el color y se mantienen las características sensoriales. Por encima de estas temperaturas, ocurre pérdida de actividad biológica celular, lo que trae como consecuencia que el transporte sea más

rápido, pero cambia negativamente la estructura del tejido de la fruta además de la textura, sabor y aroma.

1.3.1.3. Tiempo

El tiempo es un factor de enorme relevancia, debido a que los cambios más importantes del fenómeno de deshidratación ocurren durante las dos primeras horas del proceso, la mayor ganancia de sólidos durante los primeros 30 minutos y la condición de equilibrio se alcanza a tiempos prolongados (Lazarides, 1995).

Cornejo y Nuñez (2000) mencionan que las temperaturas altas y concentraciones altas del agente osmótico disminuyen el tiempo de permanencia del producto en el jarabe hasta que la deshidratación osmótica llegue a su etapa final; sin embargo, los menores tiempos de proceso no son los más adecuados. La elección del tiempo de proceso adecuado dependerá de las necesidades del producto final.

1.3.1.4. Concentración y naturaleza del agente osmótico

Cornejo (2010) menciona que el aumento de la concentración de la solución incrementa la pérdida de agua del producto y la velocidad de secado ya que la actividad de agua de la solución decrece con un aumento en la concentración de solutos este no implica un aumento en la impregnación de sólidos a la fruta. La fuerza impulsora para la DO es la diferencia de presiones osmóticas entre el producto y la solución concentrada en la cual están inmersas.

Baroni y Hubinger (2000) mencionan que la pérdida de agua y la velocidad de secado aumentan con el incremento de la concentración de la solución osmótica, ya que la

actividad de agua de la solución decrece con un aumento en la concentración de solutos. Con el incremento en la concentración de la solución se forma una capa de soluto sobre la superficie del producto que actúa como barrera reduciendo la pérdida de nutrientes y, a muy altas concentraciones, pueden dificultar también la pérdida de agua.

La naturaleza del agente osmótico es muy importante para poder evaluar la deshidratación osmótica. Los agentes osmóticos más utilizados son sacarosa, glucosa fructosa, sales entre otros.

Torres (2007) indica que, de todos los agentes osmóticos, el más utilizado para la deshidratación de frutas es la sacarosa debido a su fácil accesibilidad y aceptable sabor en el producto final y por reducir el pardeamiento enzimático. Se ha observado a lo largo de los trabajos realizados con productos osmóticamente deshidratados que las concentraciones de las disoluciones osmóticas utilizadas juegan un papel muy importante en la velocidad del proceso de deshidratación, ya que define la fuerza impulsora para la transferencia de materia.

Por el contrario, en condiciones más suaves, una parte mayor del tejido queda afectada, pero en menor intensidad. El nivel de afectación de las diferentes capas celulares estará asociado con su muerte o con un estrés más o menos intenso, el cual se verá reflejado en los procesos fisiológicos, pudiéndose desarrollar metabolitos, especialmente durante el almacenamiento, que podrían afectar la calidad del producto.

1.3.1.5. Tamaño de molécula

La ganancia de sólidos durante el proceso, dependerá del tamaño de molécula del agente osmótico, se produce mayor ganancia de sólidos si la molécula es pequeña y se produce menor ganancia de sólidos cuando la molécula es grande.

1.3.1.6. Geometría del producto a deshidratar

Della (2010) indica que este factor es importante, ya que variará la superficie por unidad de volumen expuesta a la difusión ya que, si el sólido es de gran tamaño o espesor, la deshidratación será lenta debido, a la gran longitud que habrá de correr el agua, por otro lado, si el sólido es pequeño delgado la deshidratación será más rápida. En el caso de cubos o esferas al aumentar el lado o el radio, respectivamente, la superficie por unidad de volumen disminuye y entonces, la pérdida de agua resulta inferior para tamaños superiores.

Suca (2007) expresa que, si se procesaran los alimentos en forma entera, no se lograría una buena osmodeshidratación, por lo cual no obtendríamos el producto con las características deseadas. Por ello, se deben reducir de tamaño, ya que en cuanto mayor es el área superficial con respecto al volumen, mayor será el área de contacto con la solución; por consiguiente, mayor será la velocidad de deshidratación.

1.3.1.7. Relación masa de solido / solución osmótica

La relación solución osmótica: alimento expresa la cantidad de solución requerida por unidad de peso del alimento a procesar cuando se sumerge el alimento en la solución, éste va perdiendo agua de manera progresiva y a una velocidad directamente proporcional al nivel de concentración de la solución. El agua, por tanto, diluye la solución osmótica a la misma velocidad con que fluye desde el alimento. Esto provoca un descenso muy pronunciado de la fuerza osmótica (Suca, 2007).

1.3.2 Ventajas y Desventajas de la deshidratación osmótica

1.3.2.1 Ventajas

- Cornejo (2010) menciona que la alta concentración del agente osmótico que rodea a la fruta es un excelente inhibidor del pardeamiento enzimático (oxidativo) que ocurre en frutas cortadas; el azúcar de la solución inhibe la enzima polifenoloxidasas que cataliza los procesos oxidativos de pardeamiento de las frutas cortadas. Además, la inmersión en la solución deshidratante reduce el contacto del producto con el oxígeno retardando la mayoría de los procesos oxidativos. Esto permite obtener un muy buen color en el producto final sin necesidad de adicionar aditivos tal como el dióxido de azufre. El incremento en la concentración de sólidos solubles en la fruta que ocurre como resultado de la eliminación de agua y la incorporación de solutos de la solución, influye positivamente en la retención de volátiles aromáticos durante el secado final.
- Según Della (2010) el fenómeno de retención de aroma podría también atribuirse a la adsorción de sustancias volátiles sobre la matriz del alimento, a las interacciones físico-químicas entre las sustancias volátiles y otras sustancias que se hallan en el interior del alimento.
- Durante el proceso se elimina, junto con el agua, una cierta proporción de los ácidos orgánicos de la fruta. Esta menor concentración de ácido residual en la fruta y la incorporación de sólidos, conduce a un producto final de sabor más suave y dulce que el de una fruta deshidratada convencionalmente (Cornejo, 2010).

- Della (2010) el producto obtenido de la deshidratación osmótica es más estable que el producto no tratado durante su almacenamiento, debido a la menor actividad acuosa consecuencia de los solutos ganados y la pérdida de agua. A menores actividades de agua, se reducen las reacciones químicas deteriorativas y el crecimiento de microorganismos y su producción de toxinas.

- Cornejo (2010) menciona que la deshidratación osmótica es una técnica que se aplica a frutas con el fin de reducir su contenido de humedad hasta en un 50 – 60 % en base húmeda, por lo que, en el presente trabajo, posterior al secado osmótico, se utilizara un secado por convección como operación terminal.

- Permite el procesamiento de pequeños volúmenes de producto (Campos y Flores, 2012).

- Al reducir el contenido de agua disminuye el peso del producto, lo cual reduce los costos de empaque y transporte (Campos y Flores, 2012).

- El proceso de deshidratación osmótica protege de la pérdida de ciertos nutrientes hidrosolubles, como es el caso de la vitamina C en las frutas (Torres, 2007).

- Cuando el alimento es sometido a una deshidratación osmótica previa al secado, es posible la reducción del tiempo del mismo, lo cual permite una reducción en los costos de producción.

- La baja actividad de agua, principalmente en las superficies de los productos deshidratados osmóticamente, hace posible, en algunos casos y bajo condiciones de operación específicas, la inhibición del crecimiento microbiano.
- Luego de finalizada la operación, se puede utilizar la solución osmótica como materia prima en la formulación de otros productos (Campos y Flores, 2012).
- Produce un daño mínimo en la estructura del alimento deshidratado ya que no debe someterse a altas temperaturas como en otros tratamientos térmicos como es el caso del secado convectivo.
- Es un proceso tecnológicamente sencillo.

1.3.2.2 Desventajas

- No se puede aplicar en todos los alimentos, sólo en aquellos que presentan estructura sólida (Campos y Flores, 2012).
- Cuando el alimento se sumerge en una solución concentrada, puede aparecer un pequeño residuo de la misma solución al finalizar el proceso; esto puede minimizarse si se escurre el alimento (Campos y Flores, 2012).
- Al haber una inmersión del alimento en el jarabe, se ocasiona flotación, pues algunas muestras del alimento serán menos densas. El jarabe no circulará completamente

sobre los trozos y superficies y se obtendrá una ósmosis parcial. Puede solucionarse colocando un contra peso de manera que el alimento siempre esté en contacto con la solución concentrada (Campos y Flores, 2012).

- Muchas veces el grado de humedad al final del proceso no es suficientemente bajo y es necesario complementar con otras técnicas como secado o congelamiento (Sierra, 2010).

1.3.3 Importancia de la deshidratación osmótica en la industria

La tendencia de la industria de alimentos es lograr productos estables y lo más similar posible en sus características sensoriales y nutritivas al alimento fresco, productos mínimamente procesados. La aplicación de la deshidratación en proceso de frutas presenta ventajas con respecto a los tratamientos tradicionales de secado de alimentos; las frutas no se someten a temperaturas elevadas, lo que permite minimizar cambios en color sabor y pérdida de vitaminas; así como la pérdida de aromas que se presenta durante el secado convencional; por otro lado como la eliminación del agua se realiza sin cambio de estado la estructura de la fruta se conserva de la mejor forma, lo que está relacionado con la textura del producto y también la incorporación, con la solución osmótica, de componentes que pueden controlar el crecimiento fúngico y bacteriano como sorbato y/o ácido cítrico. La deshidratación osmótica es un proceso utilizado comúnmente en métodos combinados de conservación y/o en la preparación de alimentos funcionales, ya que permite la incorporación de componentes que incrementan

el valor nutricional de frutas o alimentos en general. Arista y Cruz (2014 citado en Moreno, 2006).

1.4. Secado por aire forzado

Carranza y Soto (2015) mencionan que la utilización del secado por aire caliente como tratamiento térmico único, en todas sus variantes, permite procesar cualquier producto alimenticio para la obtención de un producto final estable.

Sin embargo, produce en los alimentos algunas transformaciones que pueden atentar con su calidad final. Entre ellas podemos mencionar: alteraciones en la forma y la textura del producto; composición y estructura no uniforme, cambios de sabor y aroma, modificación del color, degradación de componentes nutricionales, mala capacidad de rehidratación, etc. (Mascheroni, 2002).

García *et al.* (2013) menciona que, para el caso específico de las frutas, los métodos de conservación más recomendados son: el método de Deshidratación Osmótica (DO) y el método de Deshidratación por Flujo de Aire Caliente (DAC), mediante los cuales se obtienen productos de buena calidad y aceptación lográndose alcanzar períodos de conservación de hasta un año de duración.

La deshidratación por flujo de aire caliente es una técnica que por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación, lo que impide el crecimiento de algunas bacterias que no pueden vivir en medios secos. En el secado de frutas y vegetales mediante el empleo de aire caliente a altas temperaturas se afectan las propiedades sensoriales del producto y su valor nutricional según Vega y Fito (2005), por lo que la temperatura de secado es una variable a tener en cuenta en los estudios

cinéticos pues, aunque temperaturas elevadas pudieran acelerar el proceso, la pérdida de calidad del producto no compensaría la reducción de tiempo del proceso. La cinética del proceso de secado utilizando aire caliente depende tanto de la geometría y espesor del producto como de las propiedades del aire de secado, como son la humedad relativa ambiental, temperatura y velocidad del flujo de aire, por lo que para la deshidratación de frutas por este método se recomienda utilizar temperaturas entre (40–80 °C) con velocidades de aire de $2,0 \pm 0,2$ m/s.

Carranza y Soto (2015) mencionan que el objetivo del uso de pretratamiento y secados combinados se centra en tres aspectos fundamentales:

➤ **Mejora de la calidad caracterizada por una o más de las siguientes propiedades:**

- Mínima degradación química.
- Cambios de estructura y textura poco significativos.
- Mínima variación de sabor y aroma.
- Obtención del color deseado.
- Control preciso del contenido de humedad.

➤ **Protección del medio ambiente encarada a través de:**

- Minimización del uso de energía en el proceso.

➤ **Consideraciones económicas entre las que se incluyen:**

- Reducción de costos.
- Desarrollo de equipos simples, confiables y que requieran poca mano de obra.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante el periodo de agosto y diciembre del 2017.

La etapa de elección del mejor tratamiento de osmodeshidratado y la correspondiente elaboración de las láminas de mamey con sus respectivos análisis, fueron realizadas en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG) en: laboratorios de fisicoquímica, laboratorio de alimentos y laboratorio de control de calidad, de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA).

La etapa de secado por aire caliente a las diferentes temperaturas de operación con sus respectivos controles de temperatura humedad relativa velocidad de aire y determinación de pesos, fueron realizadas en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA).

El análisis organoléptico para determinar la mejor temperatura y concentración de la solución osmótica, se ejecutó en un lugar acondicionado con cabinas personales, ubicadas en el laboratorio de Alimentos I de la FIQIA.

2.2. Materia prima, e insumos

2.2.1. Materia prima

Se utilizó mamey de madurez fisiológica adecuada. Este producto procedió del mercado de Motupe. El peso del fruto osciló entre 0,8 kg a 1,4 kg.

El lote estuvo constituido por dos sacos de mamey conteniendo cada saco 55 unidades haciendo un total de 110 piezas.

2.2.2. Azúcar

Se utilizó 30 kg de azúcar blanca de la marca bell's procedente del Supermercado TOTTUS.

2.2.3. Aditivo

- Ácido ascórbico, fue adquirido en "Montana".

2.3. Materiales, equipos y reactivos

2.3.1. Materiales de vidrio

- Matraces "PYREX" de 50ml, 100ml c/u.
- Buretas "PYREX" de 25ml, 50ml c/u.
- Probetas "SIMAX" de, 10ml, 50ml, 250ml c/u.
- Pipetas graduadas "KINTEL" de 2ml, 5ml, 10ml c/u.
- Embudo estriado tallo corto de vidrio.
- Tubos de ensayo "PYREX" de 5ml, 10ml y 15 ml c/u.
- Desecador de vidrio "PYREX" con silica gel de 2l de capacidad.
- Agitador de vidrio o bagueta.
- Capsulas y crisoles.

Otros materiales:

- Jarras medidoras “PLASTIC” de 500ml y 1000ml.
- Envases de plástico rectangulares “M&R” de 4000ml.
- Bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético “PAMOLSA” medidas de 12x20.
- Picetas de 1 l; 1,5 l.
- Tablas de picar plástica.
- Cooler “KLIMBER” capacidad de 5 l.
- Guantes quirúrgicos.
- Platos descartables.
- Vasos descartables.
- Ollas de acero inoxidable de 5 l.
- Cuchillo de acero inoxidable “ECKO”
- Soporte universal con porta bureta.
- Coladores de plástico “REY”.
- Pinzas metálicas.
- Mesa rectangular de 2 m de largo con 1,20 de altura.
- Bancas de asiento circular de 30 cm de diámetro.
- Protector para el cabello (tocas).
- Tapabocas.
- Papel filtro Whattman N° 40 - 42.
- Formato de evaluación.
- Lapiceros.

2.3.2. Equipos e instrumentos

- Licuadora “Oster” 4655, 3 velocidades de 1,5 l.
- Refractómetro “G-80” de 0-90% de sacarosa.
- Termómetro “Boecogermany”, precisión 0,1°C, rango -10°C a 150°C.
- Balanza Excell. BH: 150, cap. = 150g, Div. 0,005 g.
- Balanza “Henkel brd08-5kf” Precisión: 5000g. / ± 1g.
- Cocina eléctrica “Termolyne”.
- Estufa de secado Memmert UNB 400. Capacidad: 53 l, rango de temperatura: 20 a 220°C y precisión 0.5°C.
- Mufla “Thermoscientific Termolyne” Modelo N°F48010-33.
- Selladora de mano “Worker” 220v/240v-50/60Hz.
- Vernier de precisión 0,001 mm. “Stainless Hardened”.

2.3.3. Reactivos para análisis fisicoquímicos

- Hidróxido de sodio
- Indicador fenolftaleína 1% (Sol. Alcohólica).
- Agua destilada.
- Éter de petróleo.
- Ácido bórico.
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos.

2.4. Métodos de análisis

2.4.1. Análisis fisicoquímico

Los métodos de análisis físico químico empleado tanto para caracterizar la materia prima, producto final y jarabes se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Métodos de análisis físico químico

Análisis	Método	Nombre del método
Para la materia prima y producto final		
Determinación de humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de acidez	AOAC (2005)	Método Titulométrico
Determinación de fibra	AOAC (2005)	Método Henneberg
Determinación de cenizas	AOAC (2005)	Método de calcinación
Determinación de proteínas	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet
Determinación de carbohidratos	Por diferencia	
Solidos solubles	AOAC (1997)	Método Refractométrico
pH	AOAC (2005)	Potenciómetro
Vitamina C	AOAC (2009)	Por titulación
Para los jarabes		
Solidos solubles	AOAC (1997)	Método Refractométrico
pH	AOAC (2005)	Potenciómetro

Fuente: Elaboración propia (2018).

2.4.2. Análisis morfológico de la materia prima (mamey)

Se determinará:

- Peso, según CODEX STAN 184-1993.
- Diámetro transversal, SEGÚN CODEX STAN 184-1993.
- Longitud, SEGÚN CODEX STAN 184-1993

2.4.3. Análisis organoléptico

Se consideró el análisis para establecer el mejor tratamiento de osmosis y temperatura de secado en el producto final. La muestra evaluada fue mamey osmodeshidratado y secado. Se desarrolló teniendo en cuenta los atributos de color, olor, sabor y textura, para lo cual se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, los que fueron evaluados por 26 panelistas semi entrenados (Espinosa, 2007).

Tabla 6

Escala Hedónica de 7 puntos

Descripción	Valor
Me gusta extremadamente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta ligeramente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Fuente: Elaboración propia (2018).

2.4.3.1. Descripción de los tratamientos

En la tabla 7 se muestran las combinaciones de los tratamientos lo cual incluye deshidratación osmótica y el posterior secado por aire caliente.

Tabla 7

Combinaciones de los tratamientos

Tratamientos	Osmodeshidratación			Secado	
	Agente osmótico	Concentración de sacarosa (°Bx)	Temperatura (°C)	Velocidad de aire (m/s)	Temperatura (°C)
C1T1	Sacarosa	45	T° ambiente	3,5	40
C1T2	Sacarosa	45	T° ambiente	3,5	45
C1T3	Sacarosa	45	T° ambiente	3,5	50
C2T1	Sacarosa	50	T° ambiente	3,5	40
C2T2	Sacarosa	50	T° ambiente	3,5	45
C2T3	Sacarosa	50	T° ambiente	3,5	50
C3T1	Sacarosa	55	T° ambiente	3,5	40
C3T2	Sacarosa	55	T° ambiente	3,5	45
C3T3	Sacarosa	55	T° ambiente	3,5	50
C4T1	Sacarosa	60	T° ambiente	3,5	40
C4T2	Sacarosa	60	T° ambiente	3,5	45
C4T3	Sacarosa	60	T° ambiente	3,5	50
C5T1	Sacarosa	65	T° ambiente	3,5	40
C5T2	Sacarosa	65	T° ambiente	3,5	45
C5T3	Sacarosa	65	T° ambiente	3,5	50
TESTIGO	-	-	-	3,5	40

Fuente: Elaboración propia (2018).

2.4.4. Análisis microbiológico

Los métodos de análisis microbiológicos empleados para evaluar el producto final se detallan en la tabla 8. Este análisis estuvo a cargo del Lic. Leonardo Ramírez Bazán,

Biólogo CBP 11422; los resultados fueron constatados con los Criterios Microbiológicos establecidos en la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 (2008), que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, se tomó en cuenta los microorganismos que esta norma considera para frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.

Tabla 8

Métodos de análisis microbiológicos

Tipos de microorganismos	Método de ensayo
Aerobios mesofilos (ufc/g)	Petri Film
Coliformes Totales y <i>E. Coli</i> (ufc/g)	Petri Film
<i>Salmonella sp</i> (25/g)	Cultivo en placa
Mohos y Levaduras	Petri Film

Fuente: Elaboración propia (2018).

2.4.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. Se empleó el software estadístico SPSS Statistics 23.

2.5. Metodología experimental

2.5.1. Caracterización de la pulpa de mamey.

La caracterización de la pulpa de mamey se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.4.2.

2.5.2. Elaboración de mamey osmodeshidratado

En la figura 2 se aprecia el diagrama para la obtención de mamey osmodeshidratado y a continuación, se describen las etapas aplicadas a las láminas de mamey, que plantean las cinco concentraciones de sacarosa (45, 50, 55, 60 y 65°Bx) en las que fueron sumergidos las láminas de mamey y las temperaturas utilizadas en el secador de bandejas (40, 45 y 50°C).

- Se recibieron frutos maduros y se procedió a su selección, al rasgar la superficie del fruto, la capa de pulpa expuesta tuvo un color amarillo (estado de madurez adecuado).
- Se realizó el pesado de cada mamey con la finalidad de controlar y determinar el peso de la muestra con que se va a trabajar cada tratamiento.
- Se midió al ancho y el largo (desde el extremo superior hasta el extremo basal), dimensión que se controla con la ayuda del vernier.
- Los frutos se lavaron con agua corriente, removiendo impurezas y contaminantes. La sanitización se realizó mediante la inmersión en agua clorada con 50 ppm, por un tiempo de 15 minutos (Cedeño y Viteri, 2009).
- Al fruto se le realizó 4 cortes, empleando cuchillos afilados previamente higienizados, desde el extremo superior hasta el extremo basal, de forma simétrica tal que permita retirar la cascara fácilmente. A continuación, se realiza el repasado, desprendiendo

la membrana de 3 a 4 mm de espesor, rica en fibras y resinas. Finalmente se separa manualmente la semilla de la pulpa o empleando cucharas con filo según nos recomiendan Caicedo y López (2016).

- Se realizó el acondicionado con cuchillo de hoja liza previamente higienizado, en láminas de 3 cm de largo, 2 cm de ancho y 0,5 cm de espesor, según lo recomiendan (Ramírez y Corzo, 2004) dimensión que se controló con la ayuda del vernier.
- Se pesó cada lámina de mamey y se anotó en un cuaderno los datos.
- Se preparó una solución de ácido ascórbico a una concentración de 1% y luego se le adicionó las láminas de mamey acondicionado durante 10 minutos. Luego se escurrió.
- Se prepararon 5 jarabes a diferentes concentraciones (45, 50, 55, 60 y 65°Bx respectivamente).
- Se procedió a colocar en recipientes herméticos de plástico previamente tarados, se pesaron para determinar su masa antes de someterlas a osmosis, y se agregó el jarabe en la relación fruta solución 1:2 según menciona (Morgado *et al.*, 2014). El proceso se realizó a temperatura ambiente (Torres, 2007) menciona que temperaturas comprendidas entre 20 y 40°C son consideradas como las más óptimas

porque no afectan la integridad de los tejidos, preservan la calidad nutricional del producto y son las de mayor interés a nivel económico. Se anotó la hora de inmersión.

- Pasada media hora de inmersión se extrajeron las láminas de mamey al azar de cada solución osmótica (esto se realiza hasta las cuatro horas de inmersión), se lavaron durante dos segundos con agua destilada para eliminar el exceso de jarabe de la superficie, luego se dejó escurrir por 5 minutos y se pusieron sobre papel absorbente. Se pesó, y anotó su peso correspondiente.

- De las láminas de mamey extraídos, señalados anteriormente, se tomaron muestras para determinar su contenido de humedad y grados Brix de cada tratamiento, y se anotó en una Tabla de Excel para cada repetición.

- Pasada las cuatro horas de inmersión en las soluciones osmóticas, se procedió a retirar las láminas de mamey y se lavó durante dos segundos con agua destilada para eliminar el exceso de jarabe luego se dejó escurrir por 10 minutos.

- Las láminas de mamey correspondientes a cada solución osmótica se colocaron en diferentes bandejas, todas estas láminas de mamey fueron sometidos a un secado con aire caliente, en el secador convencional.

2.5.3. Proceso de secado

- Se realizó el secado de mamey en el secador de bandejas de laboratorio, con una corriente de aire forzado por un soplador de velocidad regulable, a través de un ducto calentado por cuatro resistencias eléctricas instaladas dentro de este, su funcionamiento fue regulado por un termómetro. El aire caliente ingresó inmediatamente a la cámara de secado donde hubo 4 bandejas con fruto de mamey previamente osmodeshidratada.

- Se trabajó con tres temperaturas (40, 45 y 50 °C respectivamente) y velocidad constante (3,5 m/s) del aire de secado y una humedad relativa de 62%. Durante el secado por aire caliente a las diferentes temperaturas de trabajo se monitoreó el peso, humedad relativa y temperaturas.

- Se extrajeron las láminas de mamey, pasados 15 minutos durante las primeras horas y luego cada media hora de secado, y se pesó cada bandeja, anotando en el cuaderno de datos, y se continuó a repetir el mismo proceso hasta poder llegar a peso constante.

- Se envasó en bolsas de polietileno, en una cantidad de 50 gramos.

- Se almacenó en un sitio fresco, no húmedo y a temperatura ambiente.

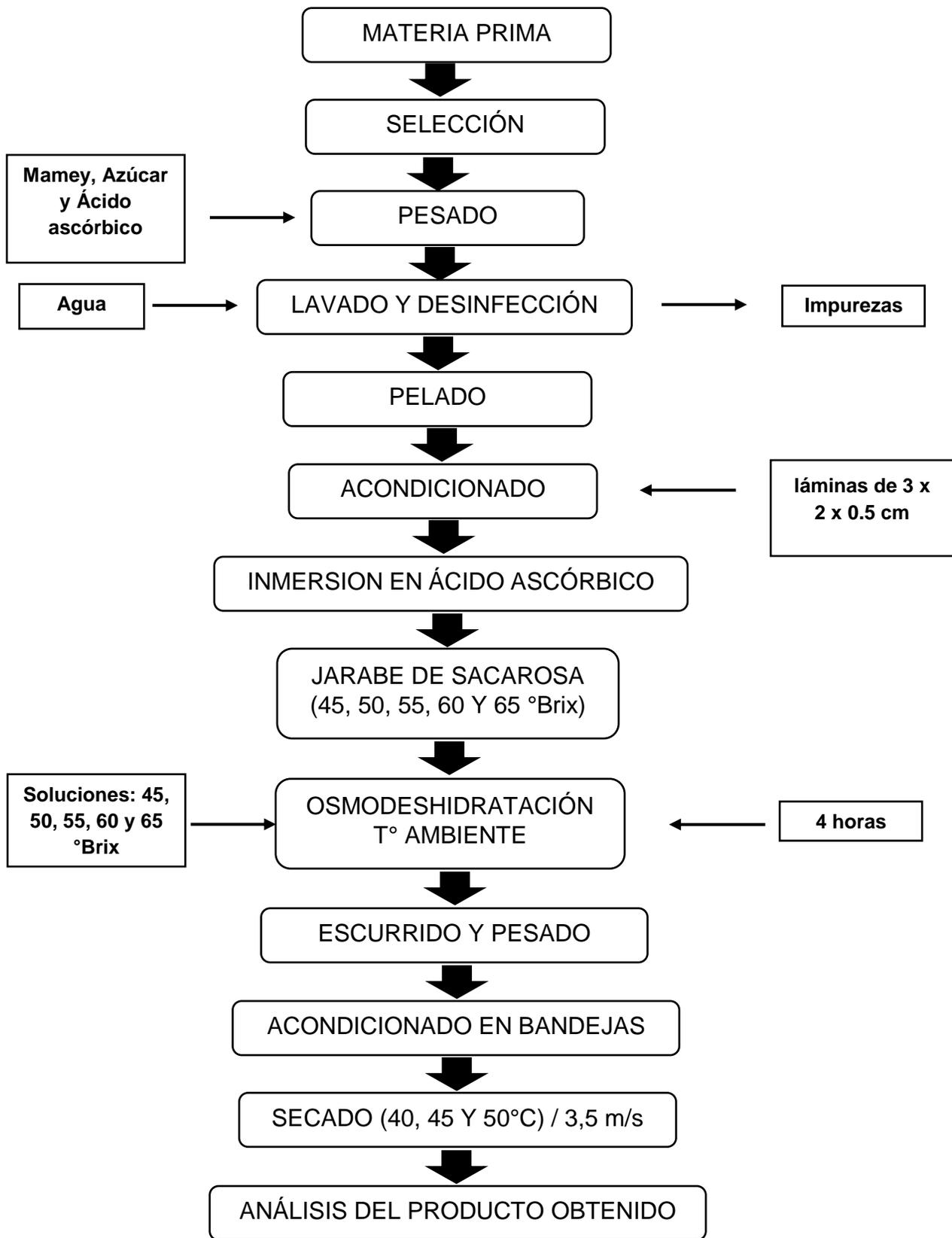


Figura 2: Diagrama de flujo para la manipulación del mamey fresco. Elaboración propia (2018).

2.5.4. Preparación de las soluciones osmóticas

En envases de plástico rectangulares “M&R” de 4000ml se rotula el nombre de cada solución osmótica a preparar.

➤ **Solución de azúcar de 45 °Bx**

Se pesó 550 g de agua destilada, en el envase de plástico previamente rotulado para esa concentración, luego se pesó 450 g de azúcar blanca refinada marca bell's y se le adicionó al envase de plástico que contenía la cantidad de agua señalada anteriormente. Seguidamente se agitó hasta que se disolvió todo el azúcar y se procedió a medir la solución con el refractómetro verificando así que la solución se encuentre en los °Bx requeridos y cuando fue necesario se corrigió hasta llegar al valor nominal exigido.

➤ **Solución de azúcar de 50 °Bx**

Se pesó 500 g de agua destilada, en el envase de plástico previamente rotulado para esa concentración, luego se pesó 500 g de azúcar blanca refinada marca bell's y se le adicionó al envase de plástico que contenía la cantidad de agua señalada anteriormente. Seguidamente se agitó hasta que se disolvió todo el azúcar y se procedió a medir la solución con el refractómetro verificando así que la solución se encuentre en los °Bx requeridos y cuando fue necesario se corrigió hasta llegar al valor nominal exigido.

➤ **Solución de azúcar de 55 °Bx**

Se pesó 450 g de agua destilada, en el envase de plástico previamente rotulado para esa concentración, luego se pesó 550 g de azúcar blanca refinada marca bell's y se le adicionó al envase de plástico que contenía la cantidad de agua señalada anteriormente.

Seguidamente se agitó hasta que se disolvió todo el azúcar y se procedió a medir la solución con el refractómetro verificando así que la solución se encuentre en los °Bx requeridos y cuando fue necesario se corrigió hasta llegar al valor nominal exigido.

➤ **Solución de azúcar de 60 °Bx**

Se pesó 400 g de agua destilada, en el envase de plástico previamente rotulado para esa concentración, luego se pesó 600 g de azúcar blanca refinada marca bell's y se le adicionó al envase de plástico que contenía la cantidad de agua señalada anteriormente. Seguidamente se agitó hasta que se disolvió todo el azúcar y se procedió a medir la solución con el refractómetro verificando así que la solución se encuentre en los °Bx requeridos y cuando fue necesario se corrigió hasta llegar al valor nominal exigido.

➤ **Solución de azúcar de 65 °Bx**

Se pesó 350 g de agua destilada, en el envase de plástico previamente rotulado para esa concentración, luego se pesó 650 g de azúcar blanca refinada marca bell's y se le adicionó al envase de plástico que contenía la cantidad de agua señalada anteriormente. Seguidamente se agitó hasta que se disolvió todo el azúcar y se procedió a medir la solución con el refractómetro verificando así que la solución se encuentre en los °Bx requeridos y cuando fue necesario se corrigió hasta llegar al valor nominal exigido.

2.5.5. Evaluación de la deshidratación osmótica de mamey

Arista y Cruz (2014 citado en Melo, 1999) mencionan que la deshidratación osmótica se determina mediante las velocidades de pérdida de peso (WR), ganancia de sólidos (SG) y pérdida de agua (WL).

2.5.5.1. Pérdida de peso (WR)

Por la diferencia de peso inicial y el tomado inmediatamente después de retirar la muestra de inmersión en cada uno de los tratamientos determinados por la deshidratación.

$$WR = \frac{(M_o - M_f)}{M_o} \times 100$$

Donde:

Mo: peso inicial de la fruta (g)

Mf: peso final de la fruta (g)

2.5.5.2. Pérdida de agua (WL)

Por la diferencia de humedad inicial del producto y la tomada inmediatamente después de retirar la muestra la inmersión en cada uno de los tiempos determinados para la osmodeshidratación.

$$WL = \frac{(M_o \times H_o) - (M_f \times H_f)}{M_o} \times 100$$

Donde:

Mo: peso inicial de la fruta (g)

Mf: peso final de la fruta (g)

Ho: humedad inicial de la fruta, como fracción (mL/g)

Hf: humedad final de la fruta, como fracción (mL/g)

2.5.5.3. Ganancia de sólidos (SG)

Por la diferencia de sólidos iniciales del producto y los tomados inmediatamente después de retirar la muestra de la inmersión, los cuales fueron determinados utilizando el Brixómetro modelo RF-8D, previamente calibrado en cada uno de los tratamientos.

$$SG = \frac{(Mf \times Sf) - (Mo \times So)}{Mo} \times 100$$

Donde:

Mo: peso inicial de la fruta (g)

Mf: peso final de la fruta (g)

So: sólidos iniciales, como fracción (g)

Sf: sólidos finales, como fracción (g).

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de la materia prima (mamey)

3.1.1 Caracterización fisicoquímica del mamey

El mamey acondicionado en láminas con sus medidas respectivas antes de entrar en el proceso fue caracterizado fisicoquímicamente para ello se tomó laminas acondicionadas al azar y los resultados se muestran en la tabla 9, dichos valores fueron comparados con los de la FAO “fichas técnicas, frutas”, mamey Cartagena (2006).

Tabla 9

Resultado de Análisis fisicoquímico en 100g de pulpa fresca

Componente	Valor	Valor (*)
Humedad (%)	85,77	85,5 – 87,6
Proteína (%)	2,39	0,088 – 0,470
Grasa (%)	1,21	0,15 – 0,99
Carbohidratos totales (%)	8,76	11,52 – 12,67
Fibra (%)	1,39	0,8 – 1,07
Cenizas (%)	0,48	0,17 – 0,29
Solidos solubles (°Brix)	9,25	
Acidez (%)	1,82	
pH	3,6	
Índice de madurez	5,08	
Vitamina C (mg)	12,34	10,2 – 22,0 mg

(*) FAO “fichas técnicas, frutas”, mamey Cartagena (2006)

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.1.2 Análisis morfológico de la materia prima (mamey)

Los resultados de peso, diámetro transversal y largo en sus valores mínimos y máximos se muestran en la tabla 10.

Tabla 10*Resultados de la caracterización morfológica de la materia prima*

Indicadores	Peso	Diámetro transversal	Largo
Valor mínimo	0,812kg	11,18 cm	11,67 cm
Valor máximo	1,408kg	14,96 cm	14,74 cm
Desviación Estándar	0,242	1,755	0,927

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.2. Deshidratación osmótica de mamey**3.2.1. Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos para todos los tratamientos de osmodeshidratación.****Tabla 11***Resultado general de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos*

Tratamientos	Mo	Mf	So	Sf	WR	SG	Ho	Hf	WL
45°Bx	500	409,00	0,125	0,258	18,20	8,63	84,75	70,27	27,27
50°Bx	500	386,52	0,130	0,237	22,70	5,29	86,39	72,56	30,30
55°Bx	500	350,92	0,100	0,237	29,82	6,61	87,34	71,33	37,28
60°Bx	500	326,95	0,130	0,277	34,61	5,09	83,58	66,63	40,01
65°Bx	500	311,21	0,120	0,253	37,76	3,76	83,86	64,53	43,69

Fuente: Elaboración propia (2018).

*Figura 3: Pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos para las diferentes concentraciones. Elaboración propia (2018).*

3.2.2. Variación de la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica

La variación de la pérdida de agua de las láminas de mamey para los diferentes tratamientos osmóticos en azúcar como soluto, se presentan en la figura 4.

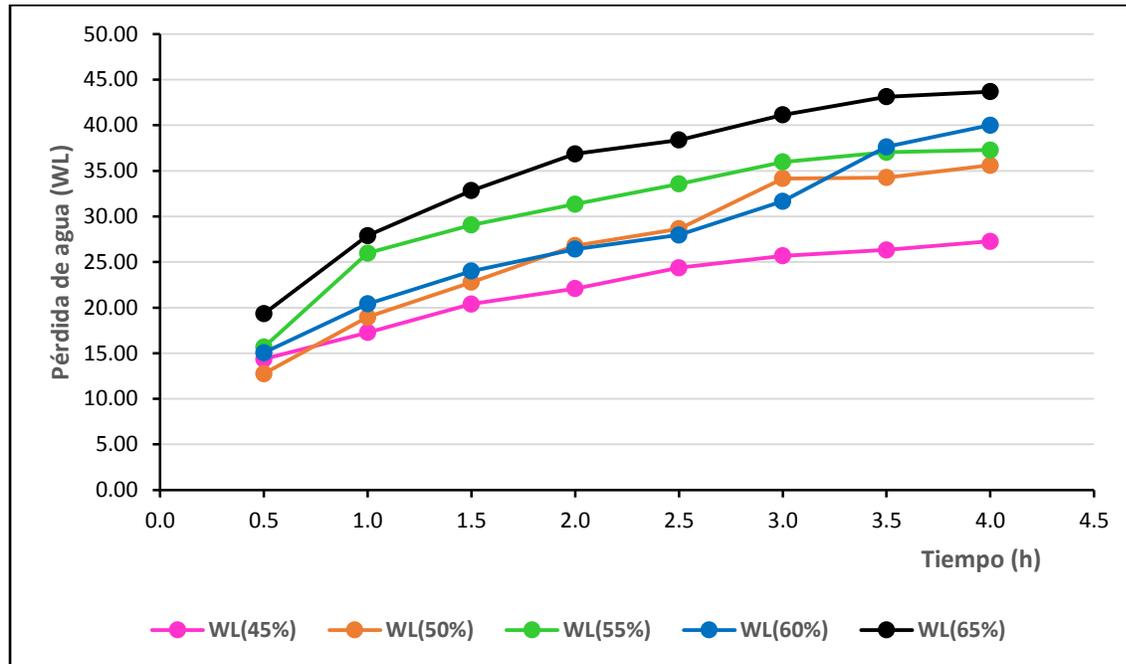


Figura 4: Porcentaje de Pérdida de agua para los diferentes tratamientos. Elaboración propia (2018).

3.2.2.1 Evaluación estadística de la pérdida de agua

Tabla 12

Análisis de varianza de la pérdida de agua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación.
Tratamientos	555,593	4	138,898	119,633	,000
Error	11,610	10	1,161		
Total	567,203	14			

Fuente: Elaboración propia (2018).

Al evaluar la existencia de diferencia entre los valores de pérdida de agua en los diferentes tratamientos de osmodeshidratación, se encontró que ésta es significativa ($p <$

0.05), indicando que al menos un tratamiento tenía puntajes promedios diferentes entre sí.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa cabe evaluar la significancia de las diferencias entre los tratamientos, por lo que se utilizó la prueba de Tukey.

A continuación, se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 13

Grupos formados según Tukey para la pérdida de agua

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
45°Bx	3	27,2700	30,2967	37,2800	43,6933
50°Bx	3				
55°Bx	3			40,0067	
60°Bx	3				
65°Bx	3				
Sig.		1,000	1,000	,067	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la tabla 13 se observa la agrupación de los datos en cuatro subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo uno contiene los valores de pérdida de agua con menor puntuación. Claro está que en ese grupo está contenida la solución de sacarosa a 45°Bx.

El puntaje más alto de pérdida de agua está en el grupo 4, concerniente a la solución de sacarosa a 65°Bx.

3.2.3. Variación de pérdida de peso durante la deshidratación osmótica

La variación de peso de las láminas de mamey para diferentes tratamientos osmóticos en azúcar como soluto, se presentan en la figura 5

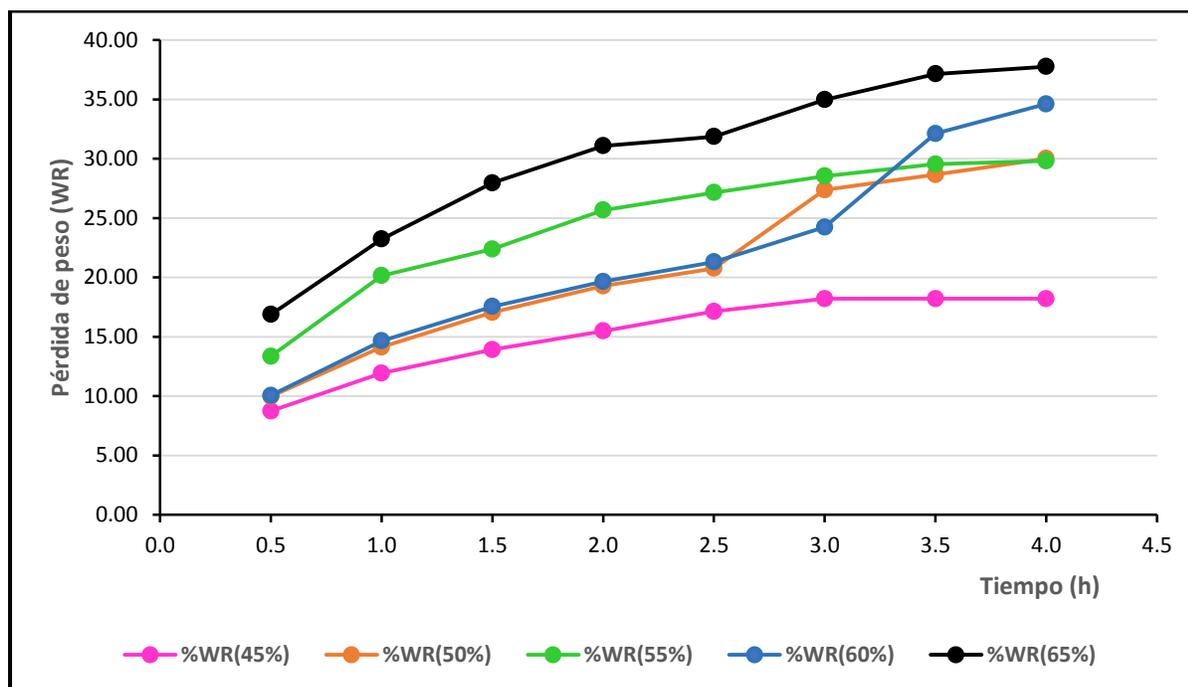


Figura 5: Porcentaje de pérdida de peso para los diferentes tratamientos. Elaboración propia (2018)

3.2.3.1 Evaluación estadística de la pérdida de peso

Tabla 14

Análisis de varianza para la pérdida de peso

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	793,630	4	198,408	96,090	,000
Error	20,648	10	2,065		
Total	814,278	14			

Fuente: Elaboración propia (2018).

De igual forma se puede observar en la tabla 14 que, al evaluar la existencia de diferencia entre la pérdida de peso de los diferentes tratamientos, se encontró que ésta es significativa ($p < 0.05$), indicando que al menos uno es diferente o son diferentes entre sí.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, cabe evaluar la significancia a través de la prueba de Tukey.

A continuación, se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 15

Grupos formados según Tukey para pérdida de peso

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
45°Bx	3	18,1967			
50°Bx	3		22,6967		
55°Bx	3			29,8167	
60°Bx	3				34,6067
65°Bx	3				37,7600
Sig.		1,000	1,000	1,000	,126

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

FUENTE: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 15, los datos se han agrupado en cuatro subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo uno contiene a los valores más bajos de pérdida de peso; esta corresponde a la menos concentración de sacarosa formulada (45°Bx).

Los valores más altos de deshidratación se presentan en el grupo 4 correspondientes a las soluciones de 60 y 65°Bx.

3.2.4. Variación de la ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica

La variación de la ganancia de sólidos de las láminas de mamey para diferentes tratamientos osmóticos en azúcar como soluto, se presentan en la figura 6.

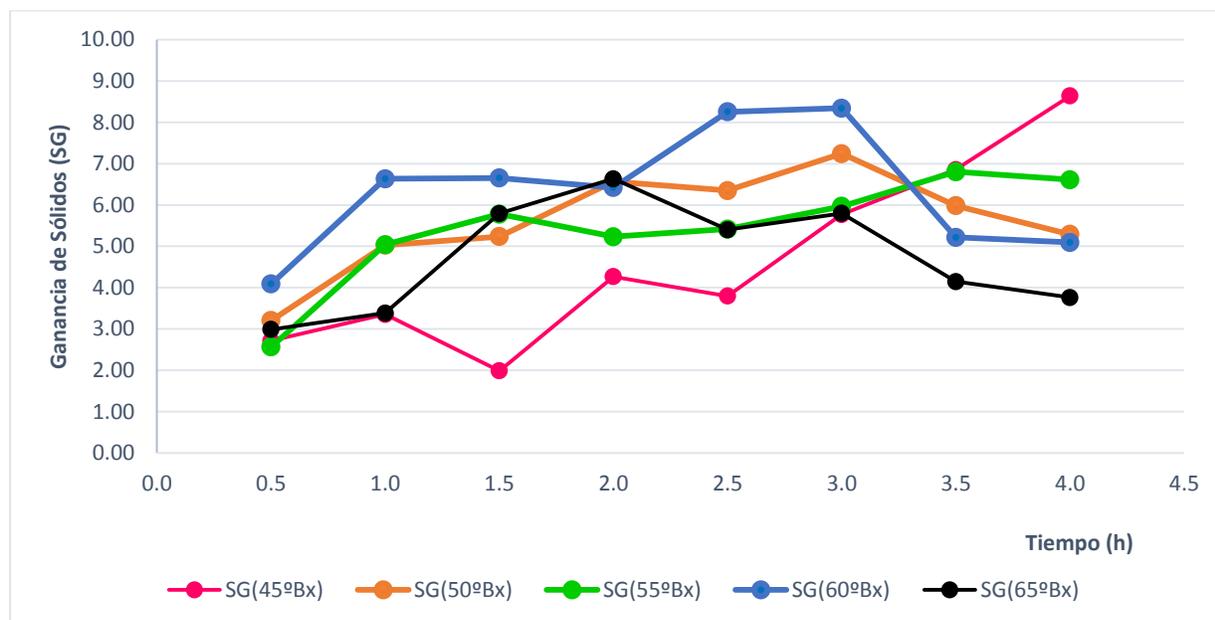


Figura 6: Porcentaje de ganancia de sólidos para los diferentes tratamientos. Elaboración propia (2018).

3.2.4.1 Evaluación estadística de la ganancia de sólidos

Tabla 16

Análisis de varianza de la ganancia de sólidos

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación.
Tratamientos	40,730	4	10,183	88,647	,000
Error	1,149	10	,115		
Total	41,879	14			

FUENTE: Elaboración propia (2018).

De igual forma se puede observar en la tabla 16 que, al evaluar la existencia de diferencia entre la ganancia de sólidos de los diferentes tratamientos, se encontró que ésta es significativa ($p < 0.05$), indicando que al menos uno es diferente o son diferentes entre sí.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, cabe evaluar la significancia a través de la prueba de Tukey.

A continuación, se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 17 Grupos formados según Tukey para ganancia de sólidos

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
65°Bx	3	3,7633			
60°Bx	3		5,0933		
55°Bx	3		5,2767		
50°Bx	3			6,6100	
45°Bx	3				8,6333
Sig.		1,000	,960	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

FUENTE: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 17, los datos se han agrupado en cuatro subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo uno contiene a los valores más bajos de ganancia de sólidos; esta corresponde a la mayor concentración de sacarosa formulada (65°Bx).

Los valores más altos de ganancia de sólidos se presentan en el grupo 4 correspondientes a la solución 45°Bx.

3.3. Datos del proceso de secado en el túnel

3.3.1. Efectos de la temperatura del secado por aire forzado

Los cinco tratamientos osmóticos fueron sometidos a tres diferentes temperaturas de 40, 45 y 50°C hasta obtener peso constante, se tomaron los pesos cada 30 minutos durante el proceso de secado convectivo de las láminas de mamey osmodeshidratado perteneciente a cada solución osmótica para determinar así la curva de secado hasta llegar a peso constante.

También se sometió al proceso de secado una muestra testigo que no contó con tratamiento de osmodeshidratado.

Cabe recalcar que en la presente investigación se le dio más relevancia al estudio de la deshidratación osmótica, se utilizó un posterior secado para brindarle más estabilidad al producto y asemejarlo a un snack natural.

3.3.1.1. Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 45°Bx

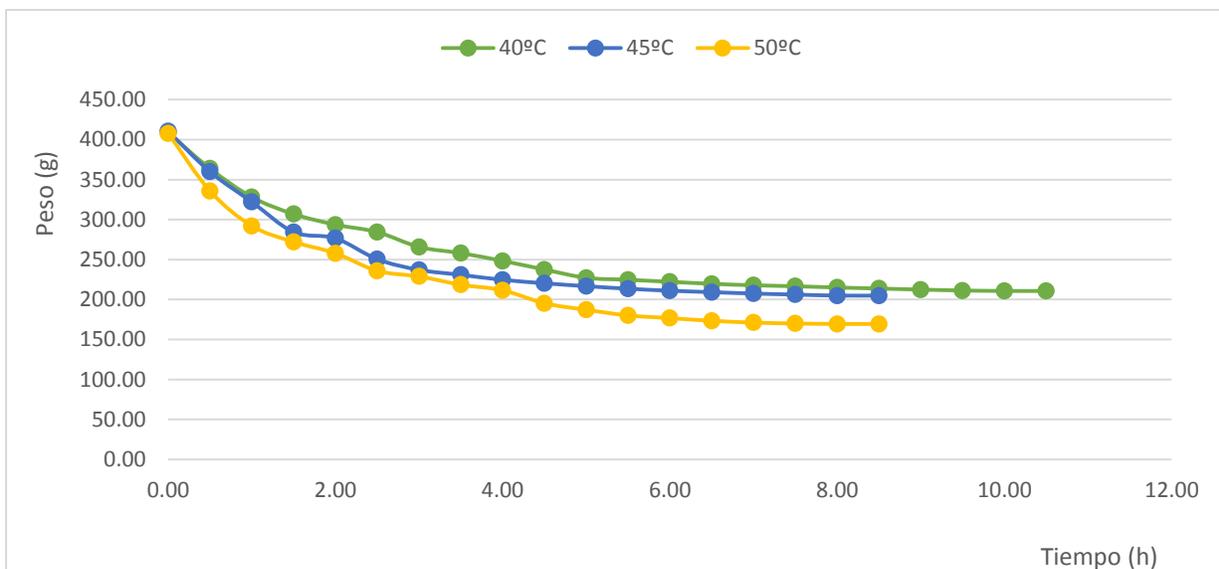


Figura 7: Curva de secado, para la muestra que fue osmodeshidratada con un jarabe de 45°Bx. Elaboración propia (2018)

En la Figura 7, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección en un secador de bandejas a las temperaturas de 40, 45 y 50°C para las láminas de mamey pretratadas osmóticamente con un jarabe de sacarosa de 45°Bx. Se observó que a menor temperatura se emplea más tiempo de secado hasta alcanzar el peso constante, a 40°C demoró 10 h. Mientras que a las temperaturas de 45 y 50°C tomaron 8 h.

3.3.1.2. Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 50°Bx

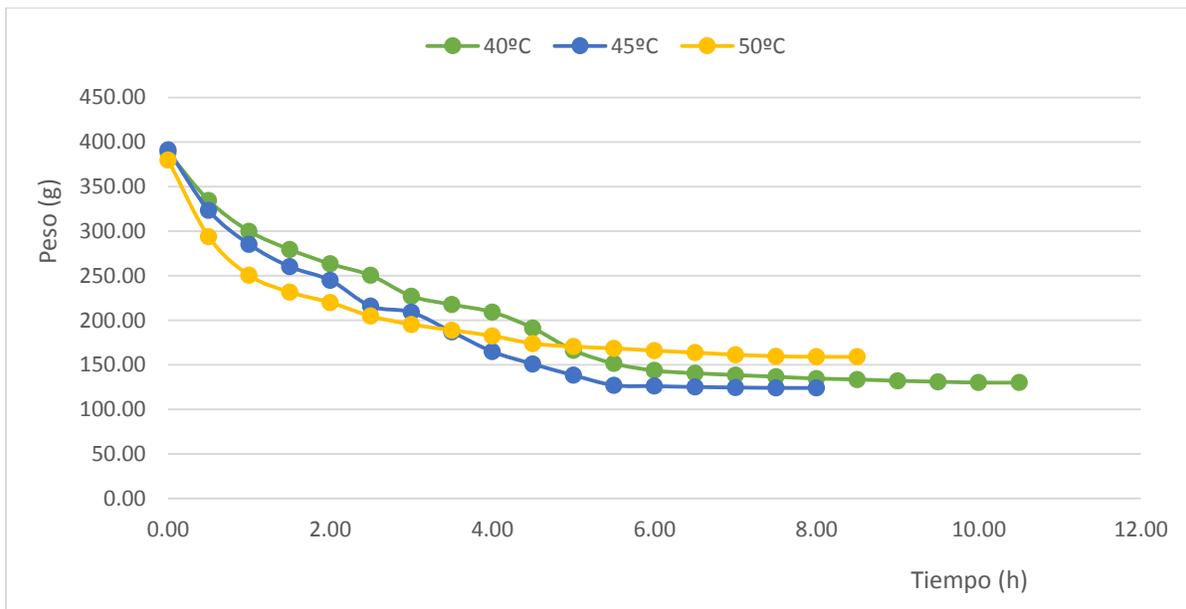


Figura 8: Curva de secado, para la muestra que fue osmodeshidratada con un jarabe de 50°Bx. Elaboración propia (2018)

La Figura 8, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección en un secador de bandejas a las temperaturas de 40, 45 y 50°C para las láminas de mamey pretratadas osmóticamente con un jarabe de 50°Bx. Se observó casi el mismo comportamiento que el tratamiento anterior en la cual la temperatura de 40°C tomo 10 horas, mientras que 45°C 8 horas y la de 50°C 8,5 horas.

3.3.1.3. Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 55°Bx

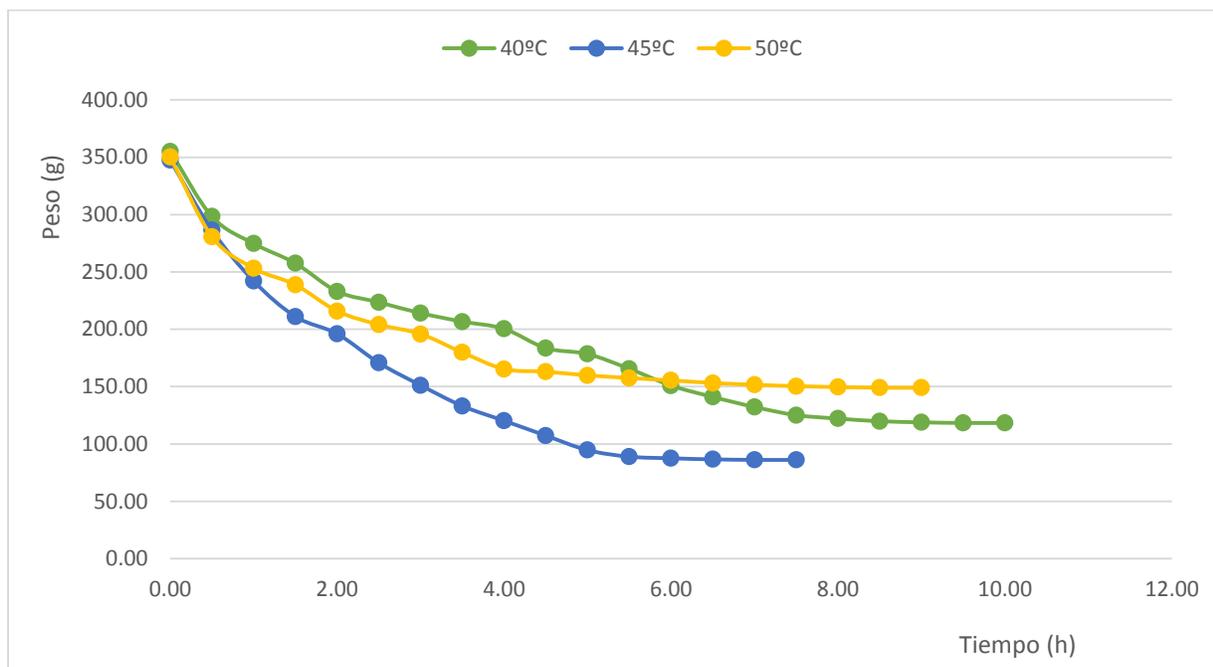


Figura 9: Curva de secado, para la muestra que fue osmodeshidratada con un jarabe de 55°Bx. Elaboración propia (2018)

La Figura 9, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección en un secador de bandejas a las temperaturas de 40, 45 y 50°C para las láminas de mamey pretratadas osmóticamente con un jarabe de 55°Bx. Se observó que a 40°C demoró 9,5 h; a 50°C 9 h y para 45°C demoro 7,5 h.

3.3.1.4. Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 60°Bx

La Figura 10, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección en un secador de bandejas a las temperaturas de 40, 45 y 50°C para las láminas de mamey pretratadas osmóticamente con un jarabe de 60°Bx. Se observó que a la temperatura de 40°C demoró 9h; a 45°C 7h y 50°C 8,5h

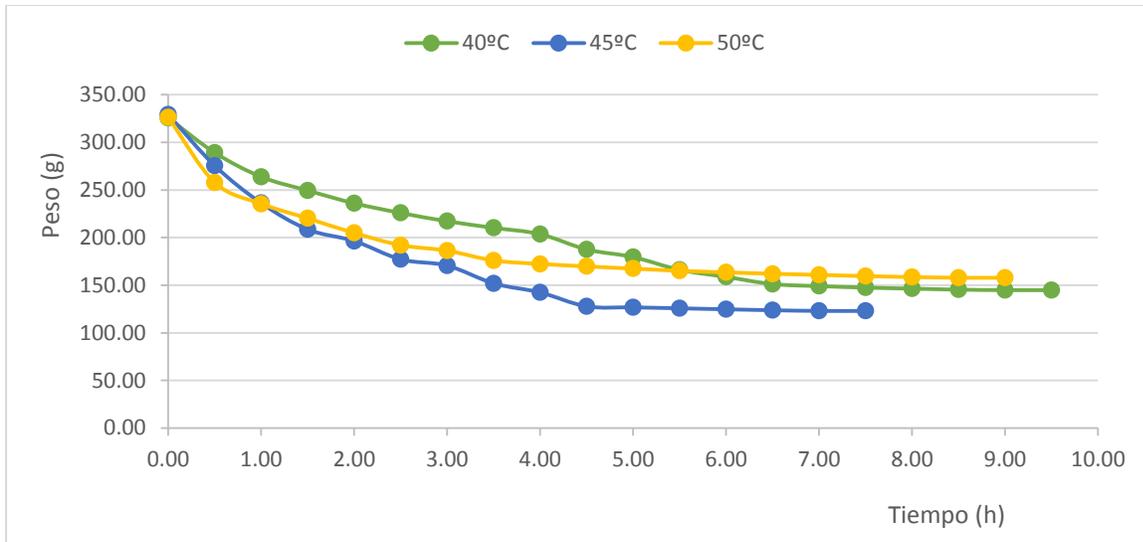


Figura 10: Curva de secado, para la muestra que fue osmodeshidratada con un jarabe de 60°Bx. Elaboración propia (2018).

3.3.1.5. Variación del peso en mamey osmodeshidratado con 65°Bx

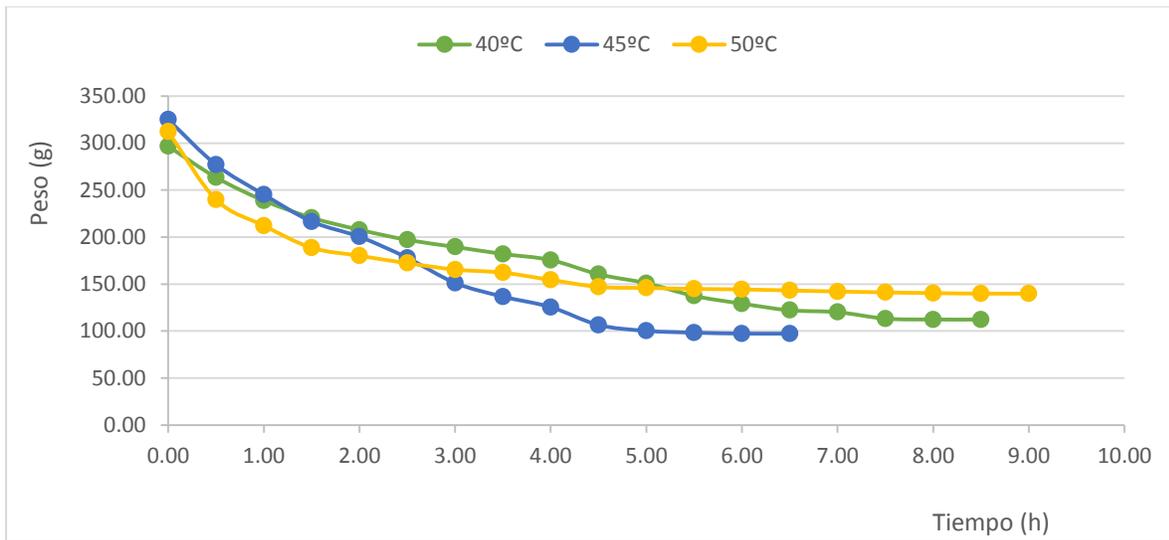


Figura 11: Curva de secado, para la muestra que fue osmodeshidratada con un jarabe de 65°Bx. Elaboración propia (2018).

La Figura 11, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección en un secador de bandejas a las temperaturas de 40, 45 y 50°C para las láminas de mamey pretratadas osmóticamente con un jarabe de 65°Bx. Se observó que a la temperatura de 40°C demoró 7,5h; 45°C 6h y 50°C 7,5h.

3.3.1.6. Variación del peso en láminas de mamey sin tratamiento de ósmosis (muestra testigo).

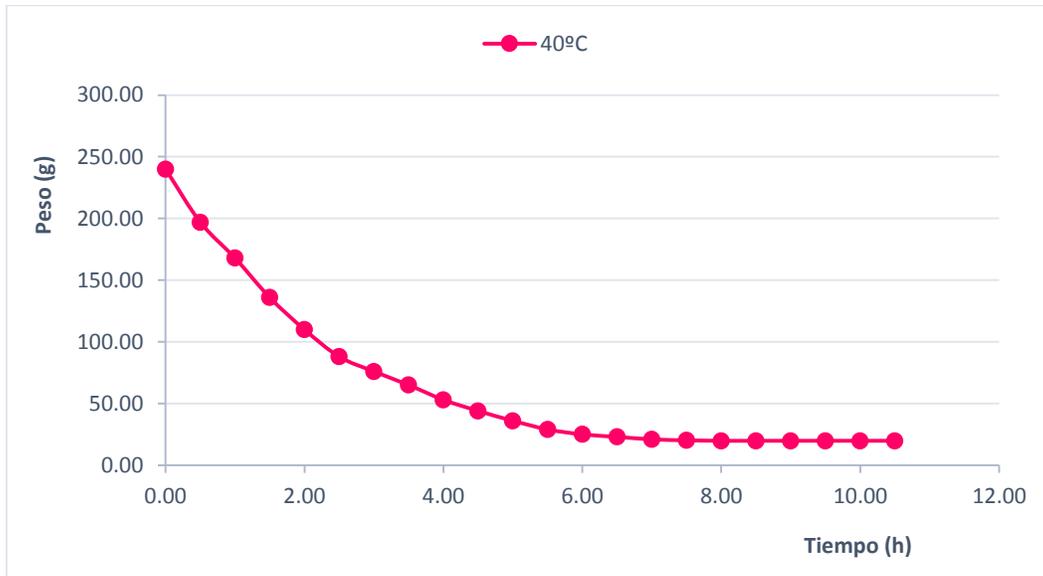


Figura 12: Curva de secado, para la muestra sin pretratamiento osmótico. Elaboración propia (2018).

La Figura 12, muestra los datos obtenidos de la variación de peso por cada media hora de secado por convección a la temperatura de 40°C, para las láminas de mamey sin pretratamiento osmótico, las cuales se secaron hasta peso constante demorando 8 horas; su humedad inicial fue de 85,77% y terminó con una humedad de 3,54%.

3.4. Determinación del mejor tratamiento mediante análisis sensorial

3.4.1. Análisis de varianza para el análisis sensorial del producto final.

Tabla 18

Análisis de varianza para el análisis sensorial de mamey osmodeshidratado.

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
COLOR	Tratamientos	179,760	15	11,984	9,428	,000
	Error	508,462	400	1,271		
	Total	688,221	415			
OLOR	Tratamientos	132,837	15	8,856	7,216	,000
	Error	490,923	400	1,227		
	Total	623,760	415			
TEXTURA	Tratamientos	129,267	15	8,618	5,556	,000
	Error	620,423	400	1,551		
	Total	749,690	415			
SABOR	Tratamientos	251,401	15	16,760	15,353	,000
	Error	436,654	400	1,092		
	Total	688,055	415			

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la Tabla 18, se muestra el análisis de varianza del análisis sensorial de mamey osmodeshidratado y seco, donde se aprecia que existe por lo menos uno de los tratamientos con una diferencia estadística significativa en la aceptación de este producto. Se consideró evaluar color, olor, textura y sabor para cada tratamiento.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, cabe evaluar la significancia a través de la prueba de Tukey.

A continuación, se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 19*Grupos formados según Tukey para color*

HSD Tukey

MUESTRA	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
TESTIGO	26	3,3846				
C2T2	26	4,3462				
C3T2	26		4,5769			
C4T2	26		4,7308			
C5T2	26		4,9615			
C2T3	26		5,0385			
C3T3	26		5,1923			
C1T3	26		5,2308			
C4T3	26		5,2308			
C5T3	26		5,2692			
C2T1	26			5,5769		
C1T2	26				5,6923	
C3T1	26				5,6923	
C1T1	26					5,8462
C4T1	26					5,9231
C5T1	26					6,0000
Sig.		,144	,195	,104	,144	,073

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 26,000.

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 19, los datos se han agrupado en cinco subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo cinco contiene los puntajes más altos dados por los panelistas, pero el tratamiento C5T1 (65°Bx/40°C) presentó el puntaje más alto en su grupo; cabe mencionar que el puntaje 6 corresponde a la escala hedónica “Me gusta

mucho”. Caso contrario sucede en el grupo 1 en la que se muestran los puntajes más bajos, correspondientes a la muestra testigo y a la muestra C2T2 (50°Bx/40°C).

Tabla 20

Grupos formados según Tukey para olor

HSD Tukey^a

MUESTRA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TESTIGO	26	2,8846	
C2T2	26		4,6923
C3T2	26		4,6923
C2T3	26		4,8077
C3T1	26		4,8462
C5T3	26		4,8846
C1T3	26		4,9231
C5T2	26		5,0000
C4T2	26		5,0385
C4T3	26		5,0385
C3T3	26		5,0769
C2T1	26		5,1154
C1T1	26		5,2692
C1T2	26		5,2692
C4T1	26		5,3846
C5T1	26		5,4615
Sig.		1,000	,471

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 26,000.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Como se observa en la tabla 20, los datos se han agrupado en dos subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo dos contiene los puntajes más altos dados por los panelistas, esto quiere decir que todas las muestras a excepción de la muestra testigo fueron aceptadas por los panelistas, pero el tratamiento C5T1 (65°Bx/40°C) tuvo el puntaje más alto en su grupo, para el parámetro olor.

Tabla 21

Grupos formados según Tukey para textura

HSD Tukey^a

MUESTRA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TESTIGO	26	2,8846	
C1T3	26		4,5769
C2T2	26		4,7692
C2T3	26		4,8077
C5T3	26		4,8846
C3T1	26		4,9615
C4T2	26		4,9615
C2T1	26		5,0000
C3T3	26		5,0000
C4T1	26		5,0000
C1T1	26		5,0769
C4T3	26		5,0769
C3T2	26		5,1538
C1T2	26		5,2692
C5T2	26		5,3077
C5T1	26		5,4615
Sig.		1,000	,429

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 26,000.

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 21, los datos se han agrupado en dos subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo dos contiene los puntajes más altos dados por los panelistas, esto quiere decir que todas las muestras a excepción de la muestra testigo fueron aceptadas por los panelistas, pero el tratamiento C5T1 (65°Bx/40°C) tuvo el puntaje más alto en su grupo, para el parámetro textura.

Tabla 22

Grupos formados según Tukey para sabor

HSD Tukey^a

MUESTRA	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
TESTIGO	26	2,1923		
C3T2	26		4,8462	
C4T3	26			5,0769
C4T2	26			5,1154
C3T1	26			5,1538
C3T3	26			5,1538
C5T2	26			5,1923
C1T3	26			5,2308
C2T2	26			5,2308
C2T1	26			5,3077
C1T1	26			5,3462
C1T2	26			5,3462
C2T3	26			5,3462
C5T3	26			5,4231
C4T1	26			5,5000
C5T1	26			5,8846
Sig.		1,000	,656	,281

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 26,000.

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se observa en la tabla 22, los datos se han agrupado en tres subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo tres contiene los puntajes más altos dados por los panelistas, pero el tratamiento C5T1 (65°Bx/40°C) fue el que tuvo más alto puntaje dentro de su grupo. Caso contrario sucedió con la muestra testigo que contó con el puntaje más bajo.

3.5. Caracterización del producto final y control de calidad

3.5.1. Características fisicoquímicas

La caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento elegido por los panelistas (C5T1; 65°Bx/45°C) de mamey osmodeshidratado y secado se reporta en la tabla 23.

Tabla 23

Caracterización fisicoquímica del mamey osmodeshidratado y secado

Componente	Valor
Humedad (%)	14,27
Proteína (%)	2,39
Grasa (%)	1,21
Carbohidratos (%)	79,53
Fibra (%)	1,39
Solidos solubles (°Brix)	75
Acidez total (%)	0,53
pH	4,2
Cenizas (%)	1,21
Vitamina C (mg)	10,32

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.5.2. Descripción física

Fruta osmodeshidratada y secada hasta 14,27% de humedad en base seca, sin conservantes, listo para el consumo directo.

3.6. Análisis microbiológico de la mejor muestra

En la tabla 24 se muestran los resultados del análisis microbiológico del producto terminado. La muestra analizada es apta para el consumo según los Requisitos Microbiológicos para “Aerobios mesofilos, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, mohos y levaduras” respaldándonos en la norma NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Tabla 24

Resultados del análisis microbiológico del producto terminado

Tipos de microorganismos	Resultados	Criterio microbiológico según MINSA
Aerobios mesofilos (ufc/g)	64	-
Coliformes totales (ufc/g)	<1**	-
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	<1**	10 - 5x10 ²
<i>Salmonella sp</i> (25/g)	Ausencia/25g	Ausencia/25g
Mohos (ufc/g)	<1**	10 ² - 10 ³
Levaduras (ufc/g)	<1**	10 ² - 10 ³

*recuento estandar en placa estimado.

Fuente: Elaboración propia (2018)

IV. DISCUSIONES

- La tabla 10 muestra el análisis morfológico de la materia prima (mamey), los valores para el peso oscilaron entre 812 y 1408g, (Christian *et al.*, 1999) y (Villachica, 1996) mencionan que el fruto es una drupa que puede ser de forma redondeada a oblonga y que su peso va de los 500 a los 2000 gramos. En cuanto al diámetro transversal los mismos autores mencionan que este valor oscila entre 8 a 20 cm. En cuanto al largo los valores fueron similares al diámetro transversal esto por ser una fruta ovalada. Se trató en lo posible de trabajar con materia prima grande y de buen peso para que nos permita hacer las láminas con las medidas establecidas.
- La tabla 9 muestra el análisis fisicoquímico del mamey este fue comparado con los parámetros establecidos por la FAO (“fichas técnicas, frutas” mamey Cartagena, 2006). Los valores del mamey utilizado para este estudio estuvieron cercanos a los valores obtenidos por la institución antes mencionada y los que variaron se debe posiblemente al tipo de suelo, temporada o estado de madurez; cabe resaltar que los valores de pH, acidez y °Bx no se hallaron registrados en la FAO, es por ellos que se comparó con otros autores. En cuanto al °Bx, Torres (2007) encontró que los valores varían de 7 a 14,5 °Bx. Los valores hallados en este estudio fueron de 9,25°Bx, estando dentro de los hallados por dicho autor. Con respecto al pH el mismo autor menciona que los valores van de 2,95 – 3,91 y en este estudio se encontró un pH de 3,6; estando dentro de los parámetros encontrados por dicho autor.

- Coloma (2008) menciona que la deshidratación osmótica, es capaz de generar productos con un contenido de humedad bajo (20 – 50%), siendo conocidos estos como productos de humedad intermedia. En este estudio no logramos tener dichas humedades debido a varios factores como la temperatura, ya que se trabajó a temperatura ambiente con el fin de no ocasionar pérdida de compuestos termolábiles y al no modificar la permeabilidad de la membrana celular no se perdió mucha agua, otro factor fue el tiempo, solo se trabajó con 4 horas. Es por ello que para asegurar mayor vida útil se le hizo un posterior secado por convección llegando a tener un producto de calidad con una humedad alrededor del 14,27% en base seca.
- La tabla 15 muestra el análisis estadístico para la pérdida de peso en la cual los datos se han agrupado en cuatro subconjuntos según Tukey, donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos. En el grupo uno está el valor más bajo y el grupo cuatro están los valores más altos que corresponden a las concentraciones de 60 y 65°Bx que perdieron 34,61; y 37,76% de peso respectivamente mostrando que a mayores concentraciones del jarabe se elimina mayor cantidad de agua, por ende habrá mayor pérdida de peso, se toma a la concentración de 65°Bx como la más efectiva por perder más peso (Cornejo, 2010) menciona que la presión osmótica es proporcional a la concentración de la solución, por lo que un aumento de concentración traerá como consecuencia un incremento en la presión osmótica de esta y por lo tanto en la fuerza impulsora total. A mayor concentración de la solución osmótica, la velocidad de deshidratación también será mayor. Es por ello que con el jarabe de 45°Bx se

presentó menor pérdida de peso porque la concentración de azúcar es menor. Resultados similares se obtuvieron (Barrera y Pillman, 2010) en aguaymanto; (Torres, 2007) en mango; (Soto y Guablocho, 2016) en arándano.

- En la tabla 17 se puede observar que se formaron cuatro subconjuntos según Tukey mostrando que la ganancia de sólidos es inferior a altas concentraciones de sacarosa, en el grupo uno se encuentra la muestra osmodeshidratada con un jarabe de 65°Bx que ganó 3,76% de sólidos; mientras que en el grupo cuatro está el tratamiento a 45°Bx el cual ganó 8,63% de sólidos (Della y Mascheroni, 2011) mencionan que esto se debe probablemente a la formación de una capa de sacarosa superficial sobre el producto que impide el ingreso de sólidos dentro del mismo. Este fenómeno fue observado también por otros autores (Giraldo *et al.*, 2005) y (Mujica *et al.*, 2003). Según estos investigadores, la solución más diluida puede penetrar mejor en el interior de los tejidos, en contraste con las soluciones concentradas que son más viscosas y, entonces, obstaculizan el paso de los solutos que se hallan en la solución (iones sodio y cloruro hidratados y moléculas de sacarosa) al desarrollarse dicha capa de soluto sobre el alimento. Esta película posee un espesor mayor para concentraciones de sacarosa en la solución superiores. Por consiguiente, resulta mayor el impedimento para el ingreso de sólidos al producto.
- Cuando se busca maximizar la deshidratación y limitar la ganancia de sólidos solo a las capas externas, (Della y Mascheroni, 2011) mencionan que es conveniente usar altas concentraciones de solución y tiempos de deshidratación osmótica cortos (entre

1 y 2 horas). Si lo que se desea es la impregnación del producto es más conveniente emplear una concentración relativamente baja y tiempos largos de deshidratación. Como nuestro objetivo era deshidratar se encontró que la concentración 65°Bx, deshidrata más y presenta menos ganancia de sólidos.

➤ La figura 6 muestra que las mayores concentraciones de sacarosa (65 y 60°Bx) en la solución presentan mayor ganancia de sólidos las primeras 2 o 3 horas. Luego de este tiempo los valores disminuyen en concordancia con una disminución en la entrada de sólidos, esto se debe a la formación de una capa de sacarosa superficial sobre el producto que impide el ingreso de sólidos dentro del mismo como se dijo anteriormente y por ende aumentara la salida de agua. Se observó durante las cuatro horas de osmodeshidratación, que cuando la muestra ganaba pocos sólidos era porque perdía más agua y por lo contrario cuando ganaba mayor cantidad de sólidos perdía poca agua; estos comportamientos tuvieron casi todos los tratamientos. Resultados similares reporta (Alvarado, 2007) en su estudio sobre deshidratación osmótica en piña.

➤ En la tabla 13 se puede apreciar que se formaron cuatro subconjuntos según Tukey mostrando que la mayor pérdida de agua se da en las soluciones que presentan mayor contenido de azúcar resultando más efectiva la solución de 65°Bx eliminando un 43,69% de agua y esto se da alrededor de las 2.5 primeras horas con mayores valores continuando así hasta las 4 horas que fue el análisis. Para la solución de 45°Bx solo se perdió el 27,27% de agua; la pérdida de peso comienza a

disminuir levemente luego de las 2.5 horas. Este fenómeno, como afirmamos precedentemente, podría atribuirse a una impregnación del producto con solutos provenientes de la solución por tanto el sistema empieza a equilibrarse y la presión osmótica se reduce. Similares resultados obtuvieron: (Quijano, 2011) en guayaba, el cual menciona que la pérdida de agua en la deshidratación osmótica ocurre principalmente en las dos primeras horas, mientras que alrededor de los primeros 30 min del tratamiento ocurre la mayor ganancia de sólidos; pasado este tiempo aproximadamente los flujos en los dos sentidos se hacen más lentos hasta llegar al equilibrio. (Morgado *et al.*, 2014) en papaya, quienes indican que la eliminación de agua de las rodajas de la fruta bomba, cultivar Maradol roja, ocurre con una alta velocidad en las primeras 2 h y continúa muy activamente hasta las 8 h. (Barbosa y Vega, 2002) concluyeron que la mayor pérdida de agua por los alimentos en un proceso de secado osmótico se produce en las primeras 6 h, constituyendo las 2 iniciales las de mayor velocidad de eliminación de agua. (Soto y Guablocho, 2016) en arándano, mencionan que la mayor transferencia de masa, tanto de agua como de soluto, ocurre durante los primeros 60 a 90 minutos de proceso.

- Según (Genina, 2002) se han identificado dos etapas en el proceso de deshidratación osmótica. En la primera, denominada deshidratación, la pérdida de agua es mayor que la ganancia de sólidos y en una segunda etapa, llamada impregnación, se obtiene una ganancia de sólidos mayor a la pérdida de agua. En esta segunda etapa, la masa total del sólido aumenta con el tiempo. Según las figuras 4 - 6 este comportamiento solo se cumple para las concentraciones de 45 y 55 °Bx donde se observa que

después de las 2.5 horas la pérdida de peso es mínima, pero la ganancia de sólidos aumenta con el tiempo. Para los demás tratamientos no se cumple debido a que las soluciones son más concentradas lo que les permitirá ejercer mayor presión osmótica y por ende eliminar más agua.

- Las tablas 18 – 22 muestran el análisis estadístico para las características organolépticas, en las cuales el análisis de varianza muestra que, al evaluar la existencia de diferencia entre los valores para los diferentes tratamientos, se encontró que ésta es significativa ($p < 0.05$), indicando que al menos un tratamiento tenía puntajes promedios diferentes entre sí. Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, se evaluó la significancia a través de la prueba de Tukey para las características organolépticas (olor, color, textura y sabor) donde se encontró que la muestra testigo contó con los puntajes más bajos a diferencia de las que fueron osmodeshidratadas, en las cuales este pretratamiento mejoró la retención del color, bajó el nivel de degradación de la vitamina C, mejoró la estabilidad, al modificar la concentración de azúcar, la misma que le da un efecto protector, el sabor fue más acentuado, el olor no varió en comparación a la materia prima y la textura fue muy aceptada, resultados similares encontraron (García *et al.*, 2015) en mango y (Torreggiani *et al.*, 2001) en vegetales, evidenciándose que los productos osmodeshidratados tienen mayor brillo debido a la ganancia de sólidos y el medio de solución azucarada en que se produce.

- De los grupos formados según Tukey en la tabla 19 para color se formaron en cinco subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos; en el grupo 5 están los valores más altos que corresponden a los tratamientos C1T1, C4 T1, C5T1 (45°Bx/40°C, 60°Bx/40°C, 65°Bx/40°C). Para olor y textura según la tabla 20 y 21 se formaron 2 subconjuntos, en el grupo 2 están los valores más altos aquí se encuentran todas las muestras osmodeshidratadas que no se diferenciaron entre sí y en el grupo 1 está la muestra testigo. En cuanto al sabor según la tabla 22 se agruparon en 3 subconjuntos, donde en el grupo 3 están los valores más altos que corresponden a todos tratamientos con osmodeshidratación a excepción de C3T2 (55°Bx/45°C). Como se puede ver los mayores valores en cuanto a las características organolépticas los tiene las muestras que fueron pretratadas osmóticamente (Castillo y Cornejo, 2007) señala que la deshidratación osmótica como pretratamiento, mejora las características organolépticas del color y sabor de los productos deshidratados.

- Según la figura 12 podemos observar que la muestra sin tratamiento osmótico (muestra testigo) tomo casi el mismo tiempo de secado que algunas muestras osmodeshidratadas considerando que este entró con una humedad alta (87-90%H) debido a que no se deshidrató osmóticamente las muestras que fueron previamente osmodeshidratadas tuvieron casi el mismo tiempo debido a la dificultad en la eliminación del agua por la formación de una corteza de la solución sacarifica del proceso de DO en la superficie de las hojuelas. Diferentes autores como (García *et al.*, 2015), (Nieto *et al.*, 2011), (Mercer y Myhara 2009) y (Zuluaga *et al.*, 2010)

obtuvieron resultados similares para mango deshidratado osmóticamente y secadas a temperaturas de 50-60 °C.

- La DO retrasó el proceso de secado por convección en algunas muestras más que en otras; esto se puede observar en las figuras 7 - 11. Una explicación a esto se debe a que con la DO las hojuelas tienen una ganancia de solutos, la cual afecta el proceso de secado convencional dado a la cristalización de dichos solutos a nivel superficial en unas muestras más que en otras. Este comportamiento se observó con mayor intensidad en las muestras pretratadas osmóticamente a concentraciones menores (45°Bx y 50°Bx) debido a que estas fueron las que tuvieron mayor ganancia de sólidos, según la figura 3. Es por ello que las muestras sometidas a este tratamiento demoraron más tiempo en llegar a peso constante (8 - 10 horas). Cabe mencionar que a mayor temperatura en el secador de bandejas tomo menos tiempo en llegar al peso constante. Resultados similares se obtuvieron al evaluar el efecto de deshidratación osmótica como pretratamiento al secado por aire caliente de cilantro y perejil (García *et al.*, 2010), en mango (Zuluaga *et al.*, 2010) y en papas combinando el secado convencional y por microondas (Della y Mascheroni, 2011).
- En la tabla 9 se tiene que el contenido de ácido ascórbico en el mamey fresco es de 12,34 mg/100 g, en la tabla 23 se tiene que el tratamiento C5T1 (Sacarosa, 65°Brix y 40 °C), tuvo 10,32 mg/100g en mamey osmodeshidratado. Como podemos observar hubo una disminución en cuanto a su contenido inicial. Según (Hernández y Sastre, 1999) las pérdidas de ácido ascórbico, se explican por el carácter hidrosoluble de la

vitamina perdiéndose por lixiviación. (Soto y Guablocho, 2016) mencionan que, en estudios realizados sobre la pérdida de ácido ascórbico en los alimentos, se comprobó que a bajas temperaturas de secado en gran parte propicia la degradación enzimática del ácido ascórbico debido al largo tiempo de exposición de la fruta al calor, en cambio a temperatura de 50°C, este secado se ve favorecido acompañado con una osmodeshidratación previa que disminuye los tiempos de secado y evitando posibles reacciones enzimáticas.

- Los largos periodos de secado afectan las características organolépticas y generan mayor pérdida de vitamina C (Duque *et al.*, 2011), para que esta no se manifieste se debe disminuir el tiempo de exposición al secado; es por eso que la muestra ganadora no redujo mucho su contenido de vitamina ya que solo estuvo 8 horas en el secador, en comparación a otras muestras.

- Para el secado por convección según las figuras 7 - 11, la masa siempre tiende a bajar siendo las primeras horas las más representativas (Zapata *et al.*, 2002) mencionan que en las primeras cuatro horas es donde ocurre la mayor pérdida de masa en la fruta deshidratada por este método. Posteriormente comienza a experimentar la fruta una tendencia a mantener su peso constante o prácticamente invariable. No siendo así para la deshidratación osmótica en la cual se puede apreciar que esta propiedad toma valores negativos, lo que significa que lejos de perder peso, durante el proceso de osmosis ganó peso levemente debido a la incorporación de solutos mediante el jarabe utilizado como solución osmótica hasta retomar valores

acentuados de pérdida de peso hasta llegar al punto de que su peso se mantiene casi constante.

- La tabla 19 muestra que los tratamientos C1T1, C4T1, C5T1 (45°Bx/40°C, 60°Bx/40°C, 65°Bx/40°C) según Tukey se agruparon y tuvieron los valores más altos no diferenciándose entre sí, pero la muestra C5T1 (65°Bx/40°C) fue la que tuvo mayor puntaje dentro de su grupo en cuanto al color, además esta concentración fue la que deshidrato más y conservó el color amarillo característico de mamey al no verse afectado, esto debido a que fueron secados a temperatura baja de 40°C. Similar resultado se obtuvo en mango encontrando que los tratamientos sometidos a la DO en general adquieren un brillo y solidez en el color amarillo, mientras que las tratadas por otros medios de secado resultaron más opacas (García *et al.*, 2015).
- La mejor muestra terminó con 75°Bx dándole un sabor muy agradable para el consumidor, a resultados parecidos llegó (Giraldo *et al.*, 2005) en su estudio sobre Deshidratación osmótica de mango (*mangifera indica*) Aplicación al escarchado.
- La tabla 24 muestra que el producto final analizado es apto para el consumo según los Requisitos Microbiológicos para “Aerobios mesofilos, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, mohos y levaduras” respaldándonos en la norma NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó la deshidratación osmótica de mamey (*Mammea Americana L.*) así como el efecto en las características tanto fisicoquímicas (componentes como proteína, grasa y fibra no variaron, bajó el nivel de degradación de la vitamina C, mejoró la estabilidad al modificar la concentración de azúcar, la misma que le dio un efecto protector) y organolépticas (en las cuales este pretratamiento mejoró la retención del color, el sabor fue más acentuado debido a que la acidez bajó, el olor no varió en comparación a la materia prima y la textura fue muy aceptada, asemejándose a un snack natural; teniendo así un producto nuevo y aceptable para el consumidor).
2. Se caracterizó biométricamente la materia prima obteniendo un peso que osciló entre 812 a 1408g; un diámetro transversal de 11,18 a 14,96 cm y un largo de 11,67 a 14,74 cm; también se caracterizó fisicoquímicamente la materia prima mamey obteniendo los siguientes valores: Humedad 85,77(%); Proteína 2,39(%); Grasa 1,21(%); Carbohidratos totales 8,76(%); Fibra 1,39(%); Cenizas 0,48(%); Solidos solubles 9,25°Bx; Acidez 1,82(%); pH 3,6; Índice de madurez 5,08 y Vitamina C 12,34mg.
3. Se evaluó la concentración de sacarosa (45%, 50%, 55%, 60% y 65%) y la temperatura de aire caliente (40°C, 45°C y 50°C) siendo la concentración de 65% y la temperatura de 40°C la que mejor conservó las características fisicoquímicas y organolépticas del mamey.

4. Se Caracterizó fisicoquímicamente el producto final obteniendo los siguientes valores para el mejor tratamiento elegido por los panelistas: Humedad 14,34 (%); Proteína 2,38(%); Grasa 1,86(%); Carbohidratos totales 79,24(%); Fibra 1,39(%); Cenizas 0,79(%); Solidos solubles 75°Bx; Acidez 0,53(%); pH = 4,2; Vitamina C = 10,32mg.

5. Se evaluó microbiológicamente el producto final obteniendo los siguientes valores Aerobios mesofilos 64 ufc/g, Coliformes totales <1 ufc/g, *Escherichia coli* <1 ufc/g, *Salmonella sp* Ausencia/25g, mohos y levaduras <1 ufc/g. Concluyendo así que la muestra analizada fue apta para el consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

1. Las condiciones recomendadas para deshidratar mamey mediante ósmosis y secado por convección son 65°Brix de concentración de jarabe y 40°C de temperatura, en el secado por convección.
2. El jarabe que se obtiene como residuo después de la deshidratación osmótica se puede reutilizar solo se hace los ajustes necesarios para tener los mismos parámetros del jarabe inicial, con ello se puede reducir costos de producción a gran escala.
3. Hay varios factores que analizar en la deshidratación osmótica es por ello que se recomienda investigar factores como la agitación constante del jarabe que reduciría el tiempo del proceso, temperatura, y otros agentes osmodeshidratantes como glucosa, panela, etc.
4. Se recomienda a realizar un estudio en cuanto a la cinética de la degradación del ácido ascórbico en el proceso de deshidratado osmótico, así como en el secado por aire forzado.
5. Se recomienda realizar un estudio posterior para ver la vida útil del producto obtenido.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alia, I., Colinas, M., Martínez, M., & Soto, M. (2005). Daño por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota*) I. comportamiento de volátiles, firmeza y azúcares totales, II. Fenoles totales y actividad enzimática. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25–32.
2. Arista L., y Cruz, O. (2014). *Efecto de la velocidad de agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de cocona (solanum sessilliflorum) en soluciones de sacarosa y miel de abeja*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas – Perú. Recuperado de http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/541/FIA_138.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Ayala, A., Giraldo, C. J., & Serma, C. (2010). Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla. *Sistema de información científica* (35), 540.
4. Barbosa, G., & Vega H. (2002). *Deshidratación de alimentos*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
5. Baroni A. & Hubinger M. (2000) Osmotic dehydration of tomatoes in binary and ternary Solutions, *Dehydration Processes*, 1274-1278. Recuperado de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2393/Vilca_Yucra_Liliana.pdf?sequence=1
6. Cadena Hortofrutícola. (2008). *El Cultivo del mamey*. Disponible en: http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/220el_cultivo_del_mamey.do
7. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). (2003). *Árboles de Centro América: Un manual para extensionistas*. (Disco compacto). CR. CATIE. Formato PDF. p. 701 – 704.

8. Campos, A., & Flores, D. (2012). Deshidratación osmótica de placas de chayote (*sechium edule*) utilizando soluciones hipertónicas de cloruro de sodio y sacarosa. Universidad Veracruzana, México. Recuperado de <http://docplayer.es/25136230-Universidad-veracruzana.html>
9. Carranza, M., & Soto, J. (2015). *Secado por aire forzado de tomates (Lycopersicum Esculentum) pretratados osmóticamente*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Perú.
10. Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid, España: Mundi Prensa.
11. Castillo, M., y Cornejo, F. (2007). Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averroha carambola L.*). *Revista tecnológica Espol*, 20(1), 183-188.
12. Cedeño, E., y Viteri, K. (2009). *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 pregrado) Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8848/1/Estudio%20del%20Comportamiento%20de%20la%20pulpa%20congelada%20y%20del%20aceite%20de%20semillas.pdf>
13. Christian, A., Vargas, O., & Lobo, A. (1999). Frutales y condimentarias del trópico húmedo. La Ceiba, HN. CURLA. p 105.
14. Coello, N. (2017). *Elaboración de compota de mamey colorado (Colocarpum Mammosum Toxón) y mamey Cartagena (Mammea americana Toxón L.), en el cantón Quevedo*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Facultad De Ciencias Pecuarias Escuela de Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

15. Coloma, E. (2008). *Estudio del efecto de la Deshidratación Osmótica en la Vida Útil de los productos secos*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31892/D-65661.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
16. Cornejo, V. (2010). *Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO-VAC (osmótico-vacío) y evaluación de la calidad del producto*. (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7028/1/DESHIDRATACION.pdf>
17. Cornejo Z. F. y Núñez D. T. (2000). *Modelación matemática de la cinética de deshidratación osmótica de la carga papaya*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral Universidad de Mecánica y Ciencia de la Producción, Guayaquil, Ecuador. pp 05. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/2573/5048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Della, P. (2010). *Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires – Argentina. Recuperado de <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2010-Rocca.pdf>
19. Della, P., & Mascheroni R (2011). Deshidratación de papas por el método combinado de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección por aire caliente. *Revista Proyecciones*, 9(2): 12-25.
20. Duque, C., Alba, L., Villamizar, V., Rafael, H., Giraldo, P., & German, A. (2011).

Evaluación de las técnicas de secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) y mora (*Rubus glaucus*) con aire caliente y aire caliente -microondas.

21. Espinosa, M. J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Cuba: Universitaria.
22. Fernández, D. & Hernández, P. (2009). El Mamey Colorado. ICIA (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias). Disponible en: <https://goo.gl/ZdVbdC>
23. Fernández, D., Muñiz, S., García, A., Cervantes, R., & Fernández, D. (2015). Cinética de secado de fruta bomba (*Carica papaya* L., cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 22-28.
24. García, A., Muñiz, S., Hernández, A., Mario, L., & Fernández, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 22(1), 62-69.
25. García., y García., R. (2017). *Efecto de un biorregulador en el desarrollo inicial de varias especies frutales*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/532/TA60.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. García, M., Rusel, J., Rodríguez, E., & Vargas E. (2010). Aprovechamiento del cilantro (*Coriandrum sativum*) y perejil (*Petroselinum crispum*) aplicando procesos combinados de deshidratación. Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. *Resultados de investigación* 3(2), 9-26.
27. García, M., Alvis, A., & García, C. (2015). Evaluación de los Pretratamientos de

Deshidratación Osmótica y Microondas en la Obtención de Hojuelas de Mango (Tommy Atkins), *Información Tecnológica* 26(5), 63-70.

28. Genina, S. P. (2002). Deshidratación osmótica como: alternativa para la conservación de frutas tropicales. Recuperado el 02 de enero del 2018, de Avance y perspectiva: <http://oswaldoparra.files.wordpress.com/2008/10/12-deshidratacion2.pdf>.
29. Giraldo, D., Arango, L., & Márquez, C. (2003) Osmodeshidratación de Mora de Castilla (*Rubus Glaucus Benth*) con tres agentes edulcorantes. Recuperado de: www.scielo.org.com
30. Giraldo, G., Germán, A., Chiralt, B., Amparo., & Fito M (2005). Deshidratación osmótica de mango (*mangifera indica*) Aplicación al escarchado. *Ingeniería y Competitividad*, 7(1), 44-55.
31. Hernández, M., & Sastre, A. (1999). Tratado de nutrición, Madrid-España. Ediciones Díaz de Santos S.A.
32. Hernández U. & Gallardo N. (1998). Composición parcial de polisacáridos de las fibras de Chayote, brócoli y mamey. Temas de tecnología de alimentos (2). Fibra dietética. Edit. Por Lajolo, F. y Wenzel, E. CYTED.IPN México, D. F.43 – 45.
33. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2012. Series Nacionales. Producción de Mamey. Visitada el 24 de agosto del 2017, disponible en: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.
34. Lazarides. H.N. (1995). Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *Journal of Food Engineering* (25) 151 – 166.
35. Lazarides, H.N. (2001). Reasons and possibilities to control solids uptake during

- osmotic treatment of fruits and vegetables. En: Osmotic Dehydration and Vacuum Impregnation, Edited by: Fito, Chiralt, Spiess and Beshnilian. Food Preservation Technology Series. Capítulo 4, 33-42.
36. Lebrón, O. (2015). *Elaboración y evaluación de una bebida natural a base de mamey (Mammea americana L.) como alimento funcional*. (Tesis de pregrado). Universidad Dr. José Matías Delgado, Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola, El Salvador. Recuperado de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0002232-ADTESLE.pdf>
37. López, J. 2011. Mamey (*Mammea americana L.*). (En línea). ES. Recuperado el 03 de enero del 2018. Disponible en: <https://goo.gl/qQRL5V>
38. Marcano, J. (2002). Frutales Nativos. Recuperado el 04 de enero del 2018, de Mamey: <http://www.jmarcano.com/mipais/recursos/alimentos/mamey.html>
39. Martínez, K. (2012). *Implementación de una planta agroindustrial procesadora de mermelada de mamey "Cartagena" en el Cantón Milagro* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Milagro Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Comerciales, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/960/3/IMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20UNA%20PLANTA%20AGROINDUSTRIAL%20PROCESADORA%20DE%20MERMELADA%20DE%20MAMEY%20%E2%80%9CCARTAGENA%E2%80%9D%20EN%20EL%20CANT%C3%93N%20MILAGRO.pdf>
40. Mascheroni, R.H. (2002). Estudios y desarrollos en deshidratación por métodos combinados. IX Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires. Simposio " Avances Tecnológicos en los medios tradicionales de conservación".
41. Mendoza, J. D. (2008). Polvo estable de pulpa de mamey y productos alimenticios a

partir de este. WO2008127083 A1. p. 50. Disponible:
<http://www.google.com/patents/WO2008127083A1?cl=es>

42. Mercer, D. & Myhara, R (2009) Improving the Operation of a Commercial Mango Dryer, Memory I. Using Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development, Ontario, Canadá.
43. MINAG (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. Anuario Producción Hortofrutícola. Dirección de Información Agraria – Evaluación Mensual de la Dinámica Agropecuaria (EMDA). pp. 139 – 140. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>.
44. Morgado, M., Pérez, G., Pérez, D., & Ávila, M. (2014) Deshidratación osmótica de rodajas de fruta bomba (*Carica Papaya L*) cultivar Maradol roja en tres agentes edulcorantes 4(1), 18-21.
45. Mujica, H., Valdez, A., López, A., Palou, E., & Welti, J. (2003) Impregnation of some fruits at vacuum pressure. *Journal of Food Engineering* 56(4), 307-314.
46. Nieto, A., Castro, M., & Alzadora, S (2011) Kinetics of moisture transfer during air drying of blanched and/or osmotically dehydrated mango, *Journal of Food Process Engineering* 50(1), 175-185.
47. Orduz, J., & Rangel, J. (2002). Frutales tropicales potenciales para el Piedemonte Llanero. Colombia: *Produmedios*.107- 112.
48. Quijano, C. (2011) *Estudio de la composición de volátiles y su evolución durante la deshidratación osmótica de la guayaba Palmira Ica-1 (Psidium Guajava L.)*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia Departamento de Tecnología de Alimentos, España.

49. Ramírez, O., & Corzo. (2004) Coeficientes de difusión efectiva del agua en láminas de mamey (*Mammea Americana*) deshidratadas osmóticamente a diferentes temperaturas y concentraciones de sacarosa. *Saber*, 16(2), 118 - 123.
50. Sabelotodo. *El Mamey*. Disponible en <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/mameyampliado.html>
51. Sharma S. Mulvaney J. y Rizvi. S. (2003). Ingeniería de alimentos operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Limusa S.A de C.V. Ed México. 225-231
52. Sierra, G. (2010). *Estudio de la deshidratación osmótica de la arveja china (pisum sativum l.) mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al sector hortofrutícola del país*. (Tesis licenciatura). Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos, Guatemala.
53. Soto, G., & Guablocho, Y. (2016). *Evaluación de la temperatura y concentración de dos agentes osmodeshidratantes en la obtención de Vaccinium myrtillus "arándano" deshidratado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas-Perú. Recuperado de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/272/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20temperatura%20y%20concentraci%C3%B3n%20de%20dos%20agentes%20osmodeshidratantes%20en%20la%20obtene%C3%B3n%20de%20vaccinium%20myrtillus%20ar%C3%A1ndano%20deshidratado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
54. Suca A. C. A. (2007). Deshidratación Osmótica de Alimentos. Boletín de Divulgación tecnológica agroindustrial.
55. Torreggiani, D., & Bertolo, G. (2001). High-quality fruit and vegetable products using combined processes. En: *Osmotic Dehydration and Vacuum Impregnation: Food*

Preservation Technology Series. P. Fito, A. Chiralt, J.M. Barat, W.E.L. Spiess and D. Behnlian (Eds.) Technomic Publishing Co. 3-10.

56. Torres, E. (2007). *Identificación y caracterización in situ de germoplasma de mamey (Mammea americana L.), con potencial genético en zonas productoras de el salvador*". (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas, El Salvador. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/1831/1/13100161.pdf>
57. Torres, J. (2007). *Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (Mangifera indica L.)*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia Departamento de Tecnología de Alimentos, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1935/tesisUPV2552.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
58. Vega, A., & Fito, P. (2005). "Modelado de la cinética de secado del pimiento rojo (*Capsicum annum* L.) cv Lamuyo", *Información Tecnológica*, 16(6): 22- 24.
59. Velázquez. K., Alvarado, B., & Reyes. A. (2015). Historia del mamey *Pouteria sapota*, Laboratorio de Desarrollo de Nuevos Productos Alimenticios. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp1.
60. Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la amazonia. Lima, PE. TCA. 182 – 186.
61. Zuluaga, J., Cortes, M., & Rodríguez E. (2010) Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 25(4),127–135.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER MAMEY OSMODESHIDRATADO Y SECADO



Figura 13: Recepción y pesado de la materia prima. Elaboración propia (2018)



Figura 14: Lavado y desinfectado. Elaboración propia (2018).



Figura 15: Primer Pelado. Elaboración propia (2018).



Figura 16: Segundo pelado. Elaboración propia (2018).



Figura 17: Trozado. Elaboración propia (2018).



Figura 18: Acondicionado. Elaboración propia (2018).



Figura 19: Inmersión en solución ácida. Elaboración propia (2018).



Figura 20: Preparación de jarabes. Elaboración propia (2018).



Figura 21: Inmersión en soluciones osmódeshidratantes. Elaboración propia (2018).



Figura 22: Escurrido. Elaboración propia (2018).



Figura 23: Acondicionado de bandejas. Elaboración propia (2018).



Figura 24: Envasado. Elaboración propia (2018).

ANEXO 2

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO FINAL



Figura 25: Análisis de grados °Brix en muestra seca. Elaboración propia (2018).



Figura 26: Análisis de grados °Brix en muestra fresca. Elaboración propia (2018).



Figura 27: Análisis de humedad. Elaboración propia (2018).





Figura 28: Análisis de acidez. Elaboración propia (2018).



Figura 29: Análisis de cenizas. Elaboración propia (2018).





Figura 30: Análisis de proteína. Elaboración propia (2018).

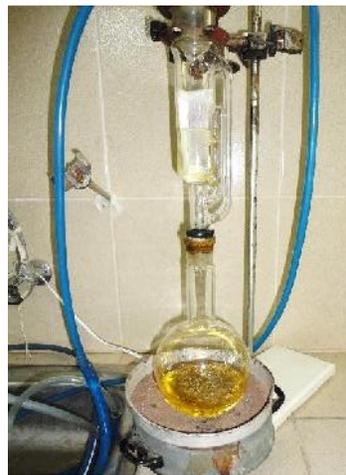


Figura 31: Análisis de grasa. Elaboración propia (2018).



Figura 32: Análisis de fibra. Elaboración propia (2018).

ANEXO 3

IMÁGENES DEL PRODUCTO FINAL PARA CADA TRATAMIENTO, PREVIO AL ANALISIS ORGANOLEPTICO.



Figura 33: Producto final para cada tratamiento, previo al análisis organoléptico. Elaboración propia (2018).



Figura 34: Muestra testigo (secado a 50°C, sin pretamiento osmotico). Elaboración propia (2018).



Figura 35: Muestra que tuvo mayor aceptación por los panelistas Elaboración propia (2018).

ANEXO 4

IMÁGENES DEL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL PRODUCTO TERMINADO





Figura 37: Análisis organoléptico del producto terminado. Elaboración propia (2018)

ANEXO 5

VALORES DE LA GANANCIA DE SÓLIDOS, PERDIDA DE AGUA Y PERDIDA DE PESO PARA CADA TRATAMIENTO DURANTE LA DESHIDRATACION OSMOTICA.

Tabla 25

Valores de la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de mamey para cinco tratamientos con tres repeticiones.

Concentración de sacarosa	Repeticiones	Ganancia de sólidos en la osmodeshidratación					Promedio de SG
		Mo	Mf	So	Sf	SG	
45°Bx	R1	500	408,78	0,125	0,260	8,76	8,63
	R2	500	410,48	0,125	0,260	8,84	
	R3	500	407,75	0,125	0,255	8,30	
50°Bx	R1	500	388,40	0,130	0,235	5,25	5,29
	R2	500	391,31	0,130	0,235	5,39	
	R3	500	379,86	0,130	0,240	5,23	
55°Bx	R1	500	355,12	0,100	0,235	6,69	6,61
	R2	500	347,45	0,100	0,235	6,33	
	R3	500	350,19	0,100	0,240	6,81	
60°Bx	R1	500	325,63	0,130	0,315	7,51	7,38
	R2	500	329,08	0,130	0,320	8,06	
	R3	500	326,13	0,130	0,300	6,57	
65°Bx	R1	500	296,56	0,120	0,255	3,12	3,76
	R2	500	324,96	0,120	0,250	4,25	
	R3	500	312,09	0,120	0,255	3,92	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Dónde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

So: Sólidos iniciales (%)

Sf: Sólidos finales (%)

SG: Ganancia de sólidos (%)

Tabla 26:

Valores de la pérdida de agua en la deshidratación osmótica de mamey para cinco tratamientos con tres repeticiones

Concentración de sacarosa	Repeticiones	Pérdida de agua en la osmodeshidratación					Promedio de WL
		Mo	Mf	Ho	Hf	WL	
45°Bx	R1	500	408,78	84,75	70,50	27,11	27,27
	R2	500	410,48	84,75	70,04	27,25	
	R3	500	407,75	84,75	70,26	27,45	
50°Bx	R1	500	388,40	86,39	72,30	30,23	30,30
	R2	500	391,31	86,39	72,89	29,34	
	R3	500	379,86	86,39	72,49	31,32	
55°Bx	R1	500	355,12	87,34	71,37	36,65	37,28
	R2	500	347,45	87,34	71,30	37,79	
	R3	500	350,19	87,34	71,31	37,40	
60°Bx	R1	500	325,63	83,58	65,50	40,92	40,01
	R2	500	329,08	83,58	67,60	39,09	
	R3	500	326,13	83,58	66,80	40,01	
65°Bx	R1	500	296,56	83,86	64,42	45,65	43,69
	R2	500	324,96	83,86	64,64	41,85	
	R3	500	312,09	83,86	64,53	43,58	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Donde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

Ho: Humedad inicial (%)

Hf: Humedad final (%)

WL: Pérdida de agua

Tabla 27

Valores de la pérdida de peso en la deshidratación osmótica de mamey para cinco tratamientos con tres repeticiones

Concentración de sacarosa	Repeticiones	Pérdida de peso en la osmodeshidratación			Promedio de WR
		Mo	Mf	WR	
45°Bx	R1	500	408,78	18,24	18,20
	R2	500	410,48	17,90	
	R3	500	407,75	18,45	
50°Bx	R1	500	388,40	22,32	22,70
	R2	500	391,31	21,74	
	R3	500	379,86	24,03	
55°Bx	R1	500	355,12	28,98	29,82
	R2	500	347,45	30,51	
	R3	500	350,19	29,96	
60°Bx	R1	500	325,63	34,87	34,61
	R2	500	329,08	34,18	
	R3	500	326,13	34,77	
65°Bx	R1	500	296,56	40,69	37,76
	R2	500	324,96	35,01	
	R3	500	312,09	37,58	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Donde

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

WR: Pérdida de peso (%)

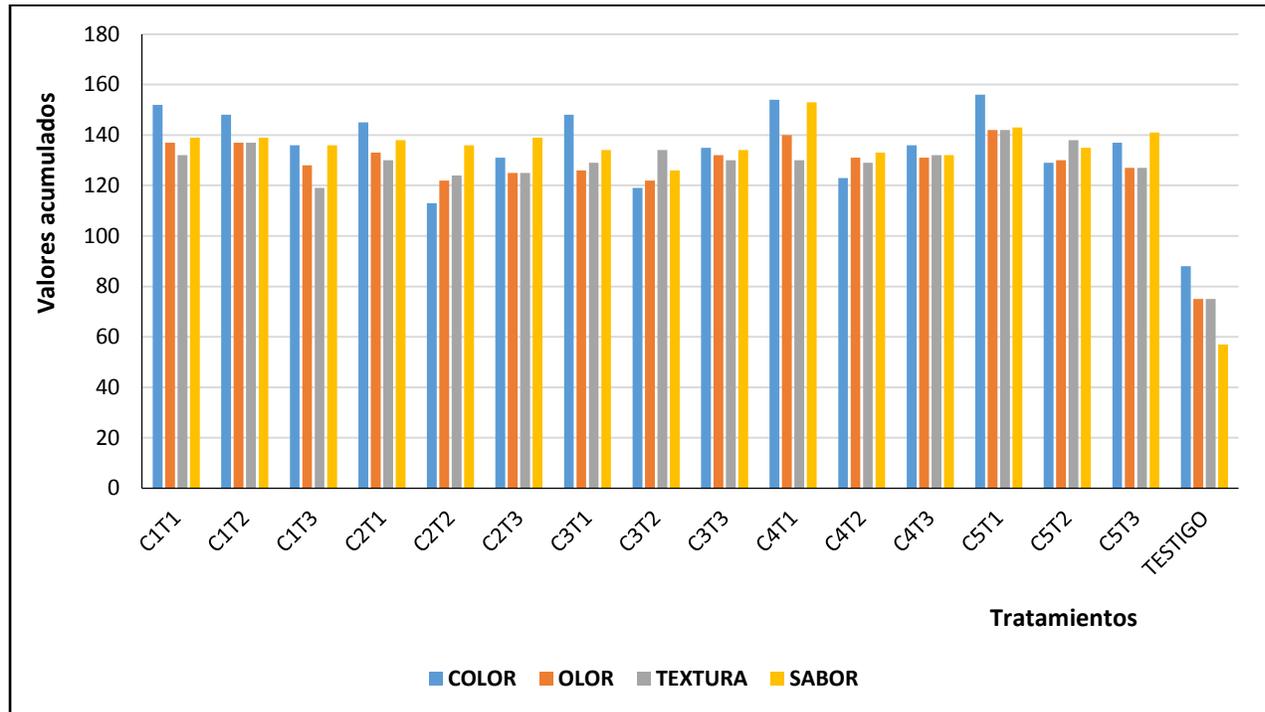


Figura 38: Puntajes de los panelistas para el análisis sensorial del producto terminado. Elaboración propia (2018)

Tabla 27

Valores de la humedad final del mamey osmodeshidratado y secado por aire caliente,

	Humedad %					Testigo
	45 °Bx	50°Bx	55°Bx	60 °Bx	65 °Bx	
40 °C	15,9	15,68	14,81	15,24	14,27	3,54
45 °C	15,69	15,44	15,08	14,68	14,47	
50 °C	14,2	14,25	13,35	12,78	12,98	

Fuente: Elaboración propia (2018)

ANEXO 6

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MAMEY OSMODESHIDRATADO

1. OBJETIVOS

- Analizar los parámetros microbiológicos de la muestra
- Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la muestra

2. METODO DE ENSAYO

Tipos de microorganismos	Método de ensayo
Aerobios mesofilos (ufc/g)	Petri Film
Coliformes Totales y E. Coli (ufc/g)	Petri Film
<i>Salmonella sp</i> (25/g)	Cultivo en placa
Mohos y Levaduras	Petri Film

3. RESULTADOS



PETRIFILM DE AEROBIOS



PETRIFILM DE COLIFORMES
TOTALES Y E. COLI



PLACA SALMONELLA



PETRIFILM DE MOHOS Y LEVADURAS

Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios mesofilos (ufc/g)	64
Coliformes totales (ufc/g)	<1**
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	<1**
<i>Salmonella</i> sp (25/g)	Ausencia/25g
Mohos (ufc/g)	<1**
Levaduras (ufc/g)	<1**

**recuento estándar en placa estimado.

4. CONCLUSIÓN

La muestra analizada es **Apto para el consumo según los Requisitos Microbiológicos para “Aerobios mesofilos, Coliformes totales, Escherichia coli, Salmonella sp, mohos y levaduras”** respaldándonos en la norma **NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01** que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.



Leonardo Guido Ramirez Bazan
Biologo
C B P 11422

Lic. Leonardo Ramírez Bazán
Analista

ANEXO 7

PROCEDIMIENTO DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL FILM

1. MATERIALES

➤ **Material biológico**

Film de diferentes concentraciones

➤ **Material de laboratorio**

• **Diluyente:**

- ✓ Solución salina 0.9%

➤ **Método de ensayo: Petrifilm**

Tipos de microorganismos	Método de ensayo
Aerobios mesofilos (ufc/g)	Petri Film
Coliformes Totales y E. Coli (ufc/g)	Petri Film
Levaduras y Mohos	Petri Film

- **RECuento DE COLIFORMES Y E. COLI:** Mediante Técnica PETRIFILM®
AOAC Official Method 991.14 ó 998.08.

- **RECuento DE AEROBIOS MESOFILOS:** Mediante Técnica PETRIFILM ®
AOAC Official Method 990.12.

- **RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS:** Mediante Técnica PETRIFILM®
AOAC Official Method 997.02

➤ **Materiales:**

- Frasco estéril
- Placas de Petrifilm

- Mechero Bunsen
- Jeringas
- Alcohol
- algodón.
- Balanza analítica
- Estufa

2. PROCEDIMIENTO

- Preparar una dilución de la muestra de 1:10. Pese o pipetee cada una de la muestra dentro de una botella estéril apropiado.
- Añadir el diluyente apropiado: solución salina 0.9%.
- Mezclar u homogeneizar la muestra.
- Colocar 1 ml de muestra al centro aproximadamente del film inferior.
- Soltar el film superior y dejarlo caer
- Colocar el aplicador en el film superior bien centrado sobre el inóculo.
- Aplicar presión de manera suave sobre el aplicador para distribuir el inóculo por toda la zona circular.
- Levantar el aplicador. Esperar 1 minuto para que se solidifique el gel
- Incubar las placas Petrifilm. Incubar a 35°C +/-1°C durante 48 +/-2 horas para aerobios viables y E. coli, para mohos y levaduras incubar a 20 °C -25 °C por 3 - 5 días.

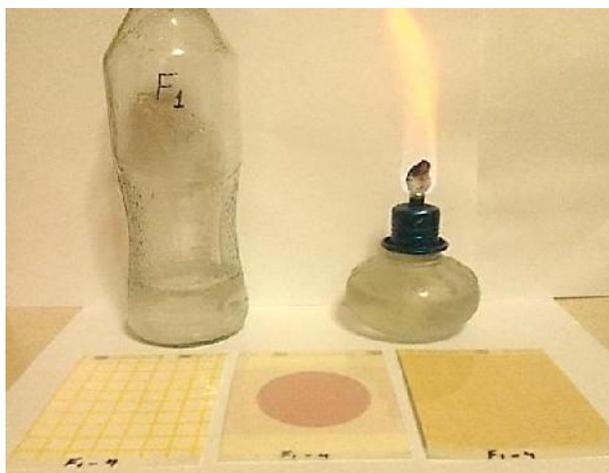
1. Preparación de diluciones. Agregamos 90 ml de solución salina 0,9%



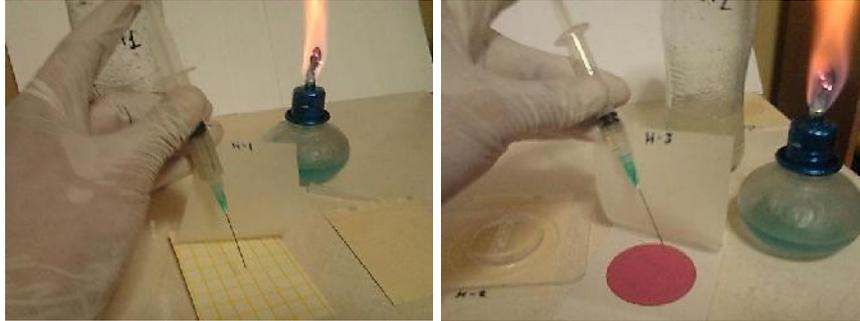
2. Agregamos 10g de muestra en cada frasco conteniendo los 90 ml de solución salina 0,9%.



3. De cada muestra de dilución procedemos a realizar la siembra en los diferentes petrifilm



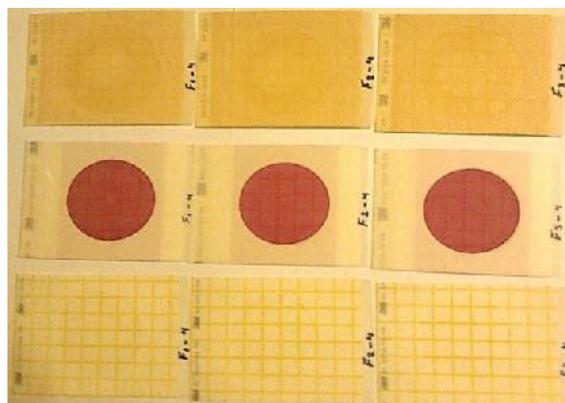
- Inoculamos 1ml de la dilución en cada petrifilm respectivo



- Colocar el aplicador en el film superior bien centrado sobre el inóculo y aplicar presión de manera suave sobre el aplicador para distribuir el inóculo por toda la zona circular.



- Llevar a Incubar a 35°C +/-1°C durante 48 +/-2 horas para aerobios viables y E. coli. Para mohos y levaduras incubar a 20°C -25°C por 3 - 5 días.



3. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS:

Como referencia para los criterios microbiológicos, en general los microorganismos se agrupan como:

MICROORGANISMOS INDICADORES DE ALTERACION: Las categorías 1, 2, 3 definen los microorganismos asociados con la vida útil y alteración del producto tales como microorganismos aerobios mesofilos, bacterias heterotróficas, mohos, levaduras

MICROORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE: En las categorías 4,5 y 6 se encuentran los microorganismos no patógenos que suelen estar asociados a ellos, como coliformes totales, *Escherichia coli*, Anaerobios sulfitos reductores, enterobacteriaceas, (a excepción de “Preparaciones en polvo o fórmulas para lactantes”) que se consideran en el grupo de microorganismos patógenos).

MICROORGANISMOS PATÓGENOS: son los que se hallan en la categoría 7 a la 15. Las categorías 7, 8 y 9 corresponden a microorganismos patógenos tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, cuya cantidad en los alimentos condiciona su peligrosidad para causar enfermedades alimentarias. A partir de la categoría 10 corresponde a microorganismo patógenos, tales como *salmonella sp*, *listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 y *Vibrio cholerae* entre otros patógenos, cuya sola presencia en los alimentos condiciona su peligrosidad para la salud.