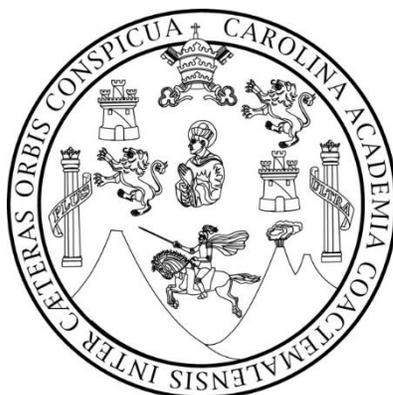


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE
INGENIERIA EN ALIMENTOS



**DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
DE LA HARINA DEL EPICARPIO DE MANGO**

RUBBY MAYTHÉ DE LEÓN MONZÓN

Carné 200945913

Asesor Principal: Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Asesor Adjunto: M.Sc. Sammy Alexis Ramírez Juárez

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, OCTUBRE DE 2019.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

Ing. M.Sc. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUR OCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESNTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderíco Alonzo Solís

Vocal

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Administración de Empresas

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edín Aníbal Ortíz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Dr. René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Erick Alexander España Miranda

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

**Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado**

M.Sc. José David Barrillas Chang

Coordinador de Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

**Coordinador Carrera de Periodismo Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

M.Sc. Paola Marisol Rabanales

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser el creador de mi vida y permitirme culminar una etapa académica más, dándome fortaleza, sabiduría en cada uno de los momentos de flaqueza que surgen a lo largo de la carrera estudiantil.

A MIS PADRES:

Rubby de León Ávila y María Teresa Monzón De de León, pilares fundamentales en mi vida, por el amor, paciencia, confianza, comprensión, orientación y apoyo incondicional en todo momento, infinitas gracias por ser el impulso para lograr este éxito y así culminar esta etapa de mi vida.

A MIS HERMANAS

Claudia, Zullimy, por su motivación constante para lograr esta meta. En especial a Shirley por ser parte de todo este proceso educativo y demostrarme en todo momento su apoyo incondicional, a las tres gracias por el apoyo, consejo y confianza al transcurrir los años.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS

Por su cariño, apoyo, consejos y momentos que compartimos a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Sur Occidente, por ser el alma mater de mi enseñanza hacia la vida profesional, dándome la oportunidad de crecer académicamente y que junto al esfuerzo, año con año me ha permitido llegar a realizar uno más de mis sueños.

Al **Dr. Marco Antonio Del Cid Flores**, por ser guía académico y bríndame su apoyo incondicional y disponibilidad de tiempo a lo largo de toda la carrera, infinitas gracias por el acompañamiento brindado durante la elaboración de la tesis.

A la **Licenciada Gladys Calderón**, por su apoyo incondicional y brindarme asesoría durante la elaboración de mi tesis

Al **Dr. Sammy Ramírez**, por sus consejos, apoyo incondicional y brindarme asesoría durante la elaboración de mi tesis

INDICE

Contenido	Página
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivos Específicos.....	5
5. HIPÓTESIS.....	6
6. MARCO TEÓRICO.....	7
6.1. Mango	7
6.1.1. Origen del mango	7
6.1.2. Países productores de mango	7
6.1.3. Características generales del mango.....	8
6.1.4. Propiedades del mango.....	9
6.1.5. Beneficios del mango	10
6.1.6. Ecología del cultivo de mango	11
6.1.7. Propiedades del mango para la salud	11
6.2. Mango Tommy Atkins	12
6.2.1. Taxonomía de mango Tommy Atkins.....	12
6.2.2. Características de mango Tommy Atkins	12
6.3. Mercado del mango en Guatemala.....	13
6.3.1. Producción y distribución del cultivo de mango en Guatemala	13
6.4. Epicarpio de mango.....	15
6.4.1. Contenido nutricional del epicarpio de mango.....	15
6.4.2. Índice de madurez del epicarpio de mango	15
6.4.3. Propiedades medicinales del epicarpio de mango.....	16
6.4.4. Contenido nutricional del epicarpio de mango.....	16
6.5. Deshidratación por aire caliente.....	16

6.5.1.	Técnicas de secado	17
6.5.2.	Secado de bandejas.....	17
6.5.3.	Tiempo de secado.....	18
6.5.4.	Características de un buen secado	18
6.6.	Harina de epicarpio de mango.....	18
6.6.1.	Estudios sobre el epicarpio de mango	19
6.7.	Antioxidantes	20
6.8.	Radical libre	21
6.8.1.	Clasificación de radicales libres	22
6.8.2.	Matar a los radicales libres.....	22
6.9.	Polifenoles.....	23
6.10.	Capacidad antioxidante	23
6.11.	Análisis de antioxidantes en alimentos	23
6.12.	Método colorimétrico de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH)	24
6.12.1.	Ventajas del método DPPH.....	24
6.12.2.	Desventajas del método DPPH.....	25
6.13.	Estudios realizados sobre la harina de cáscara de mango	25
6.14.	Estudios realizados sobre la harina de cáscara de mango utilizado en la industria alimentaria.....	26
7.	RECURSOS	29
7.1.	Humanos	29
7.2.	Institucionales	29
7.3.	Económicos	29
7.4.	Materiales y equipo	29
7.4.1.	Equipo	29
7.4.2.	Utensilios.....	29
7.4.3.	Materia prima	29
8.	MARCO OPERATIVO.....	30
8.1.	Descripción general del proceso de deshidratación para obtener la harina de epicarpio de mango	30
8.2.	Rendimiento de la harina de epicarpio de mango en cada temperatura deshidratada	30

8.3.	Gráficas del proceso de secado	31
8.4.	Fases para obtener harina de epicarpio de mango	31
8.4.1.	Fase I: Determinación del contenido de la capacidad antioxidante (polifenoles) de la cáscara de mango Tommy atkins	31
8.4.2.	Fase II: Determinación de temperaturas del proceso de secado de la cáscara de mango Tommy atkins.....	32
8.4.3.	Fase III: Procedimiento de la elaboración de harina de epicarpio de mango Tommy atkins.	32
8.4.4.	Fase IV: Determinación del contenido de la capacidad antioxidante (polifenoles) de la harina de epicarpio de mango Tommy atkins.	35
9.	DISEÑO ESTADÍSTICO	36
10.	RESULTADOS.....	37
10.1.	Proceso de deshidratado de epicarpio de mango.....	37
10.2.	Rendimiento de la harina de epicarpio de mango	37
10.3.	Gráficas del proceso de secado de epicarpio de mango	37
11.	RESULTADOS DEL DISEÑO ESTADÍSTICO.....	43
12.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
13.	CONCLUSIONES	45
14.	RECOMENDACIONES	47
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
16.	APÉNDICES	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición de mango <i>Mangifera indica</i> L. Tommy atkins por 100 gramos de porción comestible.....	9
2. Producción y comercialización de mango en Guatemala.....	13
3. Metodología utilizada para análisis realizado a materia prima y harina.....	31
4. Temperaturas de secado de la materia prima.....	32
5. Análisis de varianza para distribución de bloques al azar.....	36
6. Tiempos (min) y peso (gr.) del deshidratado de epicarpio de mango a 45°C	38
7. Deshidratado de epicarpio de mango a 55°C	39
8. Deshidratado de epicarpio de mango a 65°C	40
9. Datos de los análisis de DPPH	42
10. Deshidratado a 45°C.....	55
11. Deshidratado a 55°C	55
12. Deshidratado a 65°C.....	56
13. Datos para el diseño estadístico de bloques al azar	60
14. Diseño estadístico de bloques al azar	60

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Página
1. Deshidratado de epicarpio de mango a 45°C	38
2. Deshidratado de epicarpio de mango a 55°C	39
3. Deshidratado de epicarpio de mango a 65°C	40

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Cosecha de mango en Guatemala.....	14

RESUMEN

Los antioxidantes son importantes, se han estudiado con más frecuencia, se ha descubierto que son indispensables para el organismo, ayudan al envejecimiento celular, esto quiere decir que las células del cuerpo se conservan por mayor tiempo y que se logra mantener la juventud, al consumir fuentes de alimentos que contenga antioxidantes se ayuda al organismo a mantenerse saludable.

Una de las fuentes de antioxidantes se encuentra en el epicarpio de mango, cuando tiene coloración amarilla - roja. El estudio se basa en determinar la capacidad antioxidante que contiene el epicarpio de mango, se elaboró una harina de epicarpio de mango, procesada a tres temperaturas diferentes (45°C, 55°C y 65°C) y se analizó mediante el análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH), para identificar si al procesar la temperatura influye significativamente en el proceso y el calor provoca que se pierda o que se intensifique la capacidad antioxidante en la harina de epicarpio de mango.

Se obtuvo la harina de epicarpio de mango, seleccionando mango con maduración grado tres de la Finca Manchuria ubicada en Champerico, Retalhuleu, el epicarpio de mango se encontraba en una coloración amarilla - roja, indicador que contiene mayor cantidad de polifenoles, luego se lavó y desinfectó para eliminar impurezas y se procedió a separar el epicarpio de la pulpa para poder deshidratarla, se realizaron tres batch para procesar cada uno a diferente temperatura, se deshidrató hasta obtener un peso constante para garantizar un buen deshidratado, luego se procedió a la molienda para obtener partículas finas de epicarpio de mango y se almacenó en un recipiente hermético y en un lugar seco y fresco, para poder ser enviadas las muestras a la Universidad Autónoma de México y proceder con el análisis DPPH.

La harina de epicarpio de mango es un buen sustituto de la harina de trigo, ya que contiene gran capacidad de retención de líquidos, es saludable por provenir de frutas que aportan nutrientes, antioxidantes, vitaminas y minerales al organismo. En el análisis realizado en la UNAM de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método DPPH, indicó que sí se encontró muestra

significativa de antioxidantes, sin embargo la temperatura no influye en la cantidad de polifenoles encontrada en el epicarpio de mango, influye la concentración con la que se realizó el análisis DPPH, a mayor concentración, mayor cantidad de antioxidante se encuentran en el epicarpio de mango.

El epicarpio de mango es un desecho orgánico actualmente, sin embargo con esta investigación se da a conocer que es una fuente importante de antioxidantes y procesándola para obtener harina de epicarpio de mango se logra incluir en la dieta y se convierte en una fuente comestible que aporta nutrientes, vitaminas, minerales y principalmente una fuente rica en antioxidantes.

Se puede utilizar la harina de epicarpio de mango en panadería para brindarle mayor sabor al alimento y enriquecerlo de antioxidantes, también se utiliza en la elaboración de embutidos crudos ya que contiene gran capacidad de retención de líquidos y se sustituye parcialmente la carne vegetal.

1. INTRODUCCIÓN

El mango es una de las frutas tropicales que se cosecha en Guatemala en los meses de febrero a marzo, la de mayor auge para exportación es el mango Tommy atkins. El mango aporta grandes cantidades de vitaminas C y E, contiene antioxidantes como los polifenoles que se encuentra en mayor cantidad en la cáscara de mango que en la pulpa, ayudan al envejecimiento celular, ya que el organismo acumula radicales libres los cuales son sustancias muy oxidativas que ocasionan alteraciones celulares como consecuencia del metabolismo de los alimentos y afectan los tejidos celulares ocasionando daños en la piel por lo que se asocia con la vejez, sin embargo los antioxidantes capturan y neutralizan estas sustancias volviéndolas inocuas y evitando así que las células se dañen y se envejecan. (Gil-Hernández, 2012)

Existen antioxidantes artificiales y naturales, una fuente natural se encuentra en el epicarpio de mango, es rica en polifenoles que son antioxidantes, sin embargo es la parte del fruto que no se consume, por lo que se elaboró una harina del epicarpio de mango, se seleccionó el mango Tommy atkins con coloración amarilla – roja, se lavó y desinfectó correctamente para eliminar impurezas y se separó el epicarpio de la pulpa, se realizaron tres batch para procesar cada uno a una temperatura diferente (45°C, 55°C y 65°C), posteriormente se deshidrató en un deshidratador de seis bandejas y controlando el peso a cada media hora hasta determinar que este fuera constante, luego se procedió con la molienda para obtener partículas finas y se almacenó en un lugar seco y fresco. Se envió una muestra de cada una de las harinas de epicarpio de mango deshidratada a las diferentes temperaturas (45°C, 55°C y 65°C) y una muestra patrón (epicarpio de mango sin procesar), al laboratorio de química de la Universidad Autónoma de México – UNAM -, para realizar el análisis DPPH para determinar la cantidad de polifenoles que contiene el epicarpio de mango. Y contribuir con un alimento rico en antioxidantes y de ingesta fácil.

Por medio de los resultados del análisis de DPPH se realizó el estudio estadístico de bloques al azar, este ayuda a determinar una comparación precisa ente los tratamientos a estudiar y se utilizan bloques para reducir y controlar la varianza del error experimental y así tener mayor

precisión, para demostrar que la harina de epicarpio de mango contiene una cantidad significativa de antioxidantes y que la temperatura no es un factor determinante para los antioxidantes mediante el análisis DPPH, el factor importante en este análisis es la concentración del reactivo que se utiliza.

En comparación con la muestra patrón, se intensifica la cantidad de antioxidantes, a mayor concentración del reactivo DPPH y se determinó que es un suplemento alimenticio rico en antioxidantes y proporciona vitaminas y minerales que ayudan al desarrollo del organismo.

Dicha investigación se realizó en la empresa Gold Label Products, ubicada en Finca Manchuria, Champerico, Retalhuleu, promoviendo en el área un producto innovador y de beneficio para la salud del consumidor.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población total de Guatemala según el INE es de 16,176,133 habitantes hasta el año 2015 de los cuales un 55.5% comprende de las edades de 15 a 60 años, los cuales se encuentran en edad productiva, donde uno de los problemas más grandes es que la población no consume frutas y verduras por lo que padece regularmente de ciertas enfermedades, algunas de ellas se generadas por la falta de antioxidantes y les afecta en mayor proporción a personas adultas ya que está asociado con el envejecimiento celular. Sin embargo se ha determinado que incluir en la dieta antioxidantes ayuda a eliminar los radicales libres lo que permite reducir los signos de envejecimiento y evitar así el estrés oxidativo, prolongando una vida más saludable ya que a medida que se envejece, las defensas naturales del cuerpo contra la oxidación, los radicales libres y el estrés oxidativo son menos eficaces, por lo que se requiere consumir desde una edad temprana alimentos ricos en antioxidantes (Sánchez, Dennis y Alonzo, 2013)

Se cuenta en la región Sur-Occidental frutos ricos en antioxidantes como lo es la mora, frambuesa, ciruela, manzana y mango, sin embargo no se han explotado correctamente sus residuos y estos son importantes ya que el epicarpio de las frutas constituye un 15 a 18% del peso del fruto y es donde se encuentra la mayor cantidad de antioxidantes, por lo que se estandarizó una metodología de secado a diversas temperaturas (45°C, 55°C y 65°C) utilizando el epicarpio de mango de la variedad Tommy Atkins se obtuvo una harina a base de estos residuos y en la cual se determinó la estabilidad de los antioxidantes (polifenoles) por medio del análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH), realizado en el laboratorio de química de la Universidad Autónoma de México – UNAM -

Por lo consiguiente se tiene la siguiente interrogante:

¿Será que la harina elaborada a partir de epicarpio de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins conserva su capacidad antioxidante después del proceso de deshidratado?

3. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país rico en frutas tropicales, una de sus producciones es el mango en diversas variedades siendo una de las principales Tommy atkins, es la de mayor exportación en el país, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga) en el año 2016, se cosecho 2 millones 542 mil 300 quintales de mango, siendo su principal producción en el departamento de Retalhuleu con un 28% de la cosecha y debido a las propiedades se considera un fruto de gran beneficio para la salud. (MAGA, 2017)

La mayoría de la población del país se encuentra en edad productiva (15 a 60 años), los antioxidantes contribuyen a eliminar radicales libres los cuales benefician la salud de los consumidores y retrasan problemas en la vejez. (Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2011)

Una de las problemáticas ambientales en nuestro país son los desechos orgánicos ya que no cuenta con políticas para su manejo y la mayoría de veces son arrojadas a los basureros, sin embargo es un desecho rico en antioxidantes, y se ha encontrado que es una buena fuente de fitoquímicos como polifenoles, carotenoides, vitamina C y E, que han mostrado buenas propiedades antioxidantes, además se ha indicado que el contenido de polifenoles es mayor en la cáscara del mango que en la pulpa. (Flores, Morales y Ruano, 2010)

Debido a las propiedades del epicarpio de mango se puede considerar un sub-producto agrícola para enriquecer productos alimenticios y al obtener una harina con las condiciones óptimas para el consumo y producir un producto que genere valor agregado al adicionar dicha harina ya que además de brindar antioxidantes se contribuye al medio ambiente por la utilización de este desecho orgánico.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Determinar la estabilidad de la capacidad antioxidante (polifenoles) de harina de epicarpio de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de polifenoles en el epicarpio de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins, por medio del análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH)
- Estandarizar (medir tiempos y temperaturas) el proceso de la elaboración de harina de epicarpio de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins.
- Determinar la cantidad de polifenoles que aporta la harina de epicarpio de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins por medio del análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH).
- Comparar la cantidad de polifenoles presentes en el epicarpio de mango y en la harina de cáscara de mango.

5. HIPÓTESIS

La harina elaborada de epicarpio de mango *Mangifera indica* L. Tommy atkins no conserva la estabilidad de la capacidad antioxidante después del proceso de deshidratado.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Mango

Mango, también conocido como "melocotón de los trópicos", es una de las frutas más importantes de la familia de las Anacardiáceas y pertenece al género *Mangifera*. Es considerado como uno de los principales frutos tropicales y más finos que existen. (ANACAFE, 2015).

6.1.1. Origen del mango

Según Fernández C. T. (2013), el mango es un árbol originario del Asia tropical; puede ser considerado como de las frutas que han sido cultivadas por el hombre desde hace más de cuatro mil años. Este árbol fue favorito de los antiguos pueblos de la India.

Cuando se lleva a las regiones donde las condiciones climatológicas son favorables, el mango se naturaliza rápidamente y toma la apariencia de una planta silvestre. Este hecho, unido al largo período de tiempo durante el cual ha sido cultivado en la India, hace difícil determinar el punto original de las especies, aunque es muy probable que sea nativo del sur de Arabia y del archipiélago malayo. De la India y del archipiélago malayo ha pasado a todas las regiones tropicales y subtropicales. Se cree fueron los portugueses los que llevaron el mango a América, plantándolo en Bahía (Brasil); de allí pasó a las Antillas, luego a Jamaica, Haití y Hawái. (Fernández C. T., 2013)

6.1.2. Países productores de mango

La producción nacional es de aproximadamente 35 mil toneladas (setenta y siete millones de libras) de las cuales se exportan 23 mil toneladas (cincuenta millones de libras).

El 95% de la producción de mango de Guatemala se exporta hacia los estados de Florida, California y New York en los Estados Unidos, destinos donde se encuentra la mayor cantidad de consumidores latinos quienes demandan de las variedades de Tommy Atkins, Kent y Keitt.

El otro 5% se exporta a mercados como los Países Bajos, Noruega y Centroamérica. (Gándara, 2017)

Con un área de cultivo de 8000 hectáreas, localizadas en su mayoría en la Franja Tropical seca de Guatemala, se producen y exportan los mangos de Guatemala. Apoyadas en esta base las exportaciones de mango fresco de Guatemala aumentaron de 2800 toneladas métricas en 1994 a 11,344 toneladas métricas en el 2001. Con una tasa de crecimiento promedio anual del 22.11%. El mango fresco de Guatemala tratado Hidro-térmicamente en una de las tres plantas de Tratamiento existentes, se empaqueta en cajas de 10 lbs. (4.5 kg) para ser exportado vía marítima a los mercados de los Estados Unidos y Europa. (ANACAFE, 2015)

6.1.3. Características generales del mango

- *Forma:* su forma es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga o arriñonada, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa en ambos extremos, con un hueso central grande, aplanado y con una cubierta leñosa.
- *Tamaño y peso:* de 4-25 centímetros de largo y 1,5-10 de grosor, su peso varía desde 150 gramos hasta los 2 kilogramos.
- *Color:* el color puede ser entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta, mate o con brillo. Su pulpa es de color amarillo intenso, casi anaranjado.
- *Sabor:* exótico, succulento, muy dulce y aromático. (ANACAFE, 2015)

6.1.4. Propiedades del mango

Se trata de un fruto saludable y medicinal, dotado de una elevada riqueza vitamínica y en él se reconocen una serie de valores diuréticos y laxantes. Sus hojas y flores en muchas regiones son utilizadas con fines medicinales. El ácido pantoténico que contiene (vitamina B5) regulariza el metabolismo de los hidratos de carbono y de los aminoácidos. Excelente para problemas de la piel y para convalecencias. Pueden ser ideal no sólo para tratar casos de estreñimiento, sino para prevenir la debilidad muscular y la aparición de la anemia. (Pierre, 2015)

Su composición es distinta según la variedad que se trate, pero todos ellos tienen en común su elevado contenido de agua.

Cuadro No. 1. Composición de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins por 100 gramos de porción comestible.

Agua	83.50
Energía	59 g
Proteína	0.50 g
Grasa Total	0.20 g
Carbohidratos	15.40 g
Fibra dietética	1.80 g
Ceniza	0.40 g
Calcio	12 mg
Fósforo	12 mg
Hierro	0.80 mg
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.06 mg
Niacina	0.40 mg
Vitamina C	53 mg
Vitamina A	38 mcg
Potasio	2 mg
Sodio	0.04 mg

Magnesio	0.13 mg
-----------------	---------

mcg = microgramos

mg = miligramos

Fuente: INCAP (2012).

Los mangos maduros no soportan bien el transporte porque son muy sensibles a golpes y les dañan las bajas temperaturas (menores de 13°C). Las frutas cosechadas verdes pueden alcanzar su punto de maduración a una temperatura entre 25 y 30°C. (Interempresas Media S.L, 2017)

Las temperaturas óptimas de conservación para este tipo de fruta son los 13°C para mangos maduros y verdes, así como las humedades relativas óptimas oscilan los 90-95%. (Interempresas Media S.L, 2017)

6.1.5. Beneficios del mango

Según el informe de ANACAFE (2015), nuestro país posee grandes extensiones ecológicamente aptas para el cultivo de mango principalmente en la faja costera del pacífico en la cual se encuentra un 85 % de las áreas de cultivo, el resto de las plantaciones se localizan en las zonas secas de Zacapa, El Progreso, Jutiapa y Chiquimula.

La producción y exportación de mango expuesta en ANACAFE (2015) indica que trae grandes beneficios de empleo y generación de divisas para Guatemala; estando la producción en un nivel de 159,000 a 194,500 TM para consumo interno y exportaciones en fresco y deshidratado.

El mango es una fruta con alto contenido de vitaminas A y C en una porción de 100 gramos el 60% es pulpa comestible sin cáscara ni semilla. Contiene 80 mg. De ácido ascórbico, 81.8 gramos de agua, 10 mg de calcio, 58 calorías, 16.4 gramos de carbohidratos, 14 mg. de fósforo, 0.4 mg. de hierro y 1100 mg de vitamina A. (ANACAFE, 2015).

6.1.6. Ecología del cultivo de mango

El cultivo del mango es por excelencia una planta adaptada a las condiciones tropicales o subtropicales, debido principalmente a su susceptibilidad al frío, temperaturas próximas a 0 grados centígrados dañan seriamente los brotes y estancan el crecimiento, temperaturas menores a los 0 grados centígrados dañan seriamente a las plantas adultas y matan las jóvenes, el clima influye en el momento de la floración y principalmente en la época de la maduración y cosecha. Suelos: se considera poco exigente al encontrársele vegetando en buenas condiciones en gran variedad de suelos e incluso aquellos en que otros frutales fracasarían, es exigente a drenajes ya que en terrenos muy húmedos el cultivo puede tolerarlos pero no fructificará o lo hará con problemas, se adapta bien en suelos ligeros o pesados no adaptándose a suelos pedregosos y poco profundos, prospera bien en suelos francos medianamente profundos. (ANACAFE, 2015)

6.1.7. Propiedades del mango para la salud

El mango es una fruta que contiene una potente acción antioxidante lo que ayuda a mujeres, niños, jóvenes y adultos en el envejecimiento celular y así ayudar a la prolongación de la vida, también es una fuente de vitamina A y C. Estas vitaminas pueden contribuir como antioxidantes y reducir el riesgo de diversas enfermedades como lo son las cardiovasculares, degenerativas e incluso el cáncer, además la vitamina C específicamente aumenta la absorción de hierro en los alimentos. (Gutierrez, 2016)

También cuenta con un alto contenido de fibra la cual ayuda a problemas gastrointestinales y reduce los índices de colesterol en sangre, contiene también potasio el cual ayuda a personas que padecen de insuficiencia renal. (Gutierrez, 2016)

6.2. Mango Tommy Atkins

6.2.1. Taxonomía de mango Tommy Atkins

- Nombre científico: *Mangifera indica* L.
- Nombres populares: *Mango, mangifera indica.*
- Variedad: *Tommy atkins.*
- Familia: *Anacardiaceae.*
- Origen: *Asia.* (Viveros Brokaw SL, 2015)

6.2.2. Características de mango Tommy Atkins

- *Sabor:* Dulce y suavemente
- *Textura:* Pulpa firme debido a su constitución fibrosa
- *Color:* Un rubor rojizo oscuro cubre la mayor parte de la fruta con acentos de color verde y anaranjado amarilloso
- *Forma:* Mediano a grande con forma ovalada u oblonga
- *Indicadores de Maduración:* Este mango tal vez no demuestre indicadores visuales. Se le debe dar un ligero apretón para juzgar la maduración.
- *Disponibilidad Pico:* Marzo a Julio y Octubre a Enero
- *Principales Países Fuente:* Mexico, Guatemala, Brazil, Ecuador, Peru. (Figuerola, 2016)

Tommy Atkins produce un fruto con forma oblongo-ovalada, la piel es de color naranja a rojo intenso. Su peso medio es de 500 a 550 gr. La presencia de fibra en la pulpa es media-alta con mala respuesta al consumo con cuchara. El tamaño de la semilla es pequeño. La calidad de este fruto es mediocre. El árbol tommy atkins presenta una copa redonda con gran porte y vigor. (Viveros Brokaw SL, 2015).

Existe gran número de variedades que se diferencian entre sí por la zona de cultivo, el color de la piel, la pulpa, la variedad del sabor, el aroma del fruto, y el tamaño, entre otras características. Por su contenido en antioxidantes naturales, es una fruta de gran interés dietético y nutricional. Un mango de 300 gramos, cubre la totalidad de las necesidades de un adulto de vitamina C y de vitamina A, y es una excelente fuente de betacaroteno. (Viveros Brokaw SL, 2015).

6.3. Mercado del mango en Guatemala

6.3.1. Producción y distribución del cultivo de mango en Guatemala

Actualmente existen 10 departamentos de la República de Guatemala que están dedicados a la producción y comercialización de mango.

Cuadro No. 2. Producción y comercialización de mango en Guatemala.

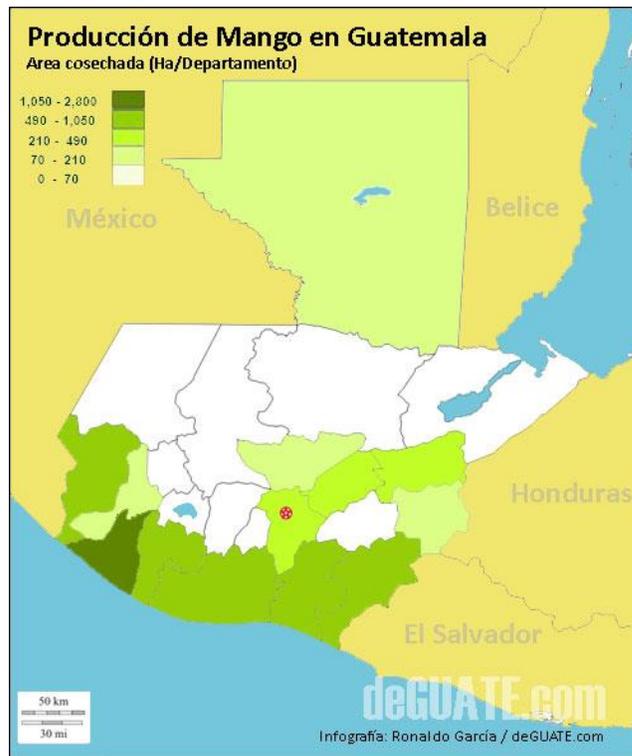
Departamento	Hectáreas
San Marcos	598
Quetzaltenango	552
Retalhuleu	2331
Suchitepéquez	767
Escuintla	1151
Santa Rosa	771
Jutiapa	265
El Progreso	299
Zacapa	198
Chiquimula	60

Fuente: ANACAFE (2004).

6.3.2. Producción del cultivo mango

El 62% de la superficie cosechada de mango se encuentra concentrada en 4 departamentos: Retalhuleu (33%), Santa Rosa (12%), Suchitepéquez (10%) y Jalapa (7%). (MAGA, 2017)

Figura No. 1: Cosecha de mango en Guatemala.



Fuente: MAGA (2017).

6.4. Epicarpio de mango

6.4.1. Contenido nutricional del epicarpio de mango

Una gran cantidad de nutrientes se encuentran presentes en la cáscara de mango, para sorpresa de muchos; quienes desconocen los beneficios de comer esta rica fruta y su cáscara. Como poseer una gran cantidad de betacarotenos, los que se sintetizan y transforman en vitamina A; además el mango tiene altos niveles de Vitamina C, fibra, magnesio y potasio.

En 100 gramos de mango, aporta lo siguiente: 65 calorías, 0,5 gramos de proteínas, 0,3 gramos de grasas, 28 miligramos de Vitamina C, 17 gramos de carbohidratos, y 4000 UI aproximadamente de Vitamina A. (Cardenas, 2016).

6.4.2. Índice de madurez del epicarpio de mango

Los índices de madurez son los parámetros que determinan los cambios perceptibles, que definen el momento óptimo de la cosecha de los frutos de mangos.

6.4.2.1. Índices sensoriales:

- Color de la epidermis o cáscara.
- Color del mesocarpio o pulpa.
- Apariencia de cera o talco epidermis
- La forma del fruto.
- El tamaño del fruto. (López, 2010)

Se puede determinar, según López (2010), el punto de maduración de forma visual por medio de la observación de la base de la fruta, en la variedad Tommy atkins debe ser redondeada, grueso de la fruta, presencia de brillo de la cáscara son otros factores que se pueden considerar, al cortar el fruto este debe ser fácil de cortar.

Otro índice de madurez es el porcentaje de grados Brix para lo cual se necesita un refractómetro, un indicador es al ser corto el plazo del consumo o uso del fruto este debe contener un 10% de grados Brix y para largos trayectos debe contener entre 7 a 9% de grados Brix. (López, 2010)

6.4.3. Propiedades medicinales del epicarpio de mango

El mango contiene propiedades medicinales las cuales ayudan a disminuir la diarrea, fiebre, molestias intestinales entre otros debido al contenido de este residuo, uno de sus grandes beneficios se debe al aporte de antioxidantes ya que por medio de ello es que se eliminan toxinas y previene el envejecimiento de la piel. (Cardenas, 2014)

6.4.4. Contenido nutricional del epicarpio de mango

Una gran cantidad de nutrientes se encuentran presentes en la cáscara de mango, para sorpresa de muchos; quienes desconocen los beneficios de comer esta rica fruta y su cáscara. Como poseer una gran cantidad de betacarotenos, los que se sintetizan y transforman en vitamina A; además el mango tiene altos niveles de Vitamina C, fibra, magnesio y potasio. (Cárdenas, 2016)

Se la investigación realizada por Cárdenas (2016), si comemos 100 gramos de mango, estaremos aportando a nuestro organismo, 65 calorías, 0,5 gramos de proteínas, 0,3 gramos de grasas, 28 miligramos de Vitamina C, 17 gramos de carbohidratos, y 4000 UI aproximadamente de Vitamina A.

6.5. Deshidratación por aire caliente

El método de secado es una de las técnicas más antiguas, el primer método que se utilizó fue la exposición al sol o como comúnmente se llama “deshidratación solar” y a lo largo de la época ha evolucionado permitiendo crear equipo más sofisticado que controlen parámetros como (humedad, peso, etc.) para una mejor deshidratación y obtener mayor calidad en nuestro producto deshidratado. (Altamirano, 2018)

La deshidratación describe Altamirano (2018), que es la eliminación parcial o total de agua de cualquier sustancia o alimento que la contenga por lo que se debe controlar correctamente hasta que se obtenga un peso constante y que nuestro alimento contenga la menor cantidad de agua.

6.5.1. Técnicas de secado

Según Echeverriarza (2015), los factores claves para un buen secado son entonces:

1. Aire caliente a una temperatura de 40 a 70°C
2. Aire con un bajo contenido de humedad
3. Movimiento constante del aire

Al calentar aire, que está a la temperatura del ambiente y con un cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20°C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce a un tercio. (Echeverriarza, 2015)

Para eliminar la humedad de los alimentos indica Echeverriarza (2015), es necesario que el aire pase por los productos y esté se encuentre en constante movimiento y renovación. Esta ventilación se puede lograr en forma natural gracias al efecto chimenea o en forma forzada mediante ventiladores, dependiendo del modelo del secador.

Para obtener un buen secado, los productos tienen que ser colocados de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen. (Echeverriarza, 2015)

6.5.2. Secado de bandejas

Un secado de charolas o bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de charolas en el caso de sólidos particulados. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta, utilizando repisas o bases calentadas, serpentines de radiador o paredes refractarias al interior de la cubierta. En unidades de calor indirecto, exceptuando los equipos

de repisas al vacío, casi siempre se necesita la circulación de una pequeña cantidad de gas para eliminar el vapor de humedad del comportamiento y evitar la saturación y condensación del gas. (Gamero, 2015).

6.5.3. Tiempo de secado

El tiempo de secado depende de varios factores. Los más importantes son:

- Tipo de producto (mayor contenido de agua, mayor tiempo)
- Tamaño de los trozos del producto (más grande, mayor tiempo)
- Temperatura del aire (más elevada, menor tiempo)
- Humedad relativa del aire (más elevada, mayor tiempo)
- Velocidad del aire (más elevada, menor tiempo). (Echeverriarza, 2015)

6.5.4. Características de un buen secado

El criterio más importante para definir el fin del secado es el contenido residual de humedad. Podemos determinar el momento justo para finalizar el secado a través de la evolución del peso de una muestra de producto que se está secando. Para el efecto se requiere una balanza de precisión y realizar los cálculos por medio de fórmulas. (Echeverriarza, 2015)

6.6. Harina de epicarpio de mango

Estudios realizados especialmente en México y Colombia determinan que la cáscara de mango contiene una mayor cantidad de nutrientes que la pulpa, que proporciona vitamina C y es rica en antioxidantes (polifenoles) los cuales ayudan al cuerpo a mantenerlo y minimizar los problemas del envejecimiento celular. (Álvarez, 2016)

Álvarez (2016) indica que al ser un producto elaborado a partir de desecho orgánico este beneficia al ambiente y se convierte en un subproducto importante para varias industrias alimentarias como lo son de panificación, heladería y cárnicos por su alta capacidad de retención

y se determina el alto contenido de antioxidantes en mango por medio de las coloraciones rojizas de las cáscaras lo cual se le adiciona contenido nutricional a cualquier producto que se le agregue este subproducto enriqueciendo el alimento de forma natural.

El procesamiento industrial del mango la piel es un subproducto que genera grandes cantidades. Según el profesor Hugo A. Martínez, doctor en Ingeniería, se trata de “un subproducto importante y poco aprovechado, a pesar de su contenido de compuestos bioactivos como polifenoles y carotenoides de importancia para la salud humana por sus múltiples efectos biológicos como antioxidantes”. (Álvarez, 2016)

6.6.1. Estudios sobre el epicarpio de mango

Científicos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), en México, han logrado aditivos alimentarios antimicrobianos y antioxidantes a partir de subproductos de cáscaras y semillas del procesamiento del mango. (Zavala, 2011)

En su investigación Fernando Ayala Zavala, realizó el procesamiento de las partes de la fruta para obtener extractos ricos en compuestos fenólicos dietarios.

Los investigadores comprobaron que la semilla de mango contiene el extracto antimicrobiano y antioxidante más potente. En la búsqueda de aditivos alimentarios de fuentes naturales, principalmente antimicrobianos y antioxidantes, la investigación comprueba que el contenido de estos compuestos en las fracciones no comestibles de las frutas es mucho más alta que en la comestible. (Zavala, 2011)

6.7. Antioxidantes

Un antioxidante es definido, en el sentido más amplio de la palabra, como cualquier molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación (pérdida de uno o más electrones) de otras moléculas, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos. La oxidación de tales sustratos podrá ser iniciada por dos tipos de especies reactivas: los radicales libres, y aquellas especies que sin ser radicales libres, son suficientemente reactivas para inducir la oxidación de sustratos como los mencionados. (Harvorsen, 2014)

Según Lacalle (2007), los antioxidantes son moléculas que a bajas concentraciones, respecto a las de un sustrato oxidable, retardan o previenen su oxidación. El antioxidante al chocar con el radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico.

Los antioxidantes son moléculas que tienen la propiedad de evitar o prevenir la oxidación con otras moléculas. Se produce una oxidación, siempre que una especie cede electrones a otra, la especie que gana electrones se reduce, y la que pierde se oxida. En estas reacciones de oxidación, a veces, se pueden producir radicales libres, especies muy oxidativas y que pueden producir daños al organismo. Los antioxidantes son especies que acaban estas reacciones, inhibiendo algún producto intermedio y oxidándose los mismos. (Almajano, 2009)

Las células, como parte de su propio metabolismo, producen radicales libres y especies reactivas del oxígeno (ROS). Estos radicales libres, son bloqueados por un complejo sistema antioxidante de enzimas como la catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y un continuo de antioxidantes no enzimáticos, como las vitaminas A,E y C, glutatión, ubiquinona o flavonoides. Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos. (Coronado, 2015)

Las propiedades antioxidantes no sólo deben estudiarse por sus interacciones químico-biológicas, sino por su función en el deterioro oxidativo que afecta a los alimentos. Se utilizan

en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros productos para retrasar los procesos de oxidación, previenen el comienzo de la rancidez oxidativa (grasas). (Coronado, 2015)

“La Cáscara de Mango contiene una gran cantidad de antocianinas y carotenoides. También contiene grandes cantidades de polifenoles. Las antocianinas y carotenoides son poderosos antioxidantes que retrasan el proceso de envejecimiento. Los carotenoides ayudan a aumentar la inmunidad y protección que ofrece contra muchas enfermedades. Estos compuestos ayudan a proteger contra la artritis, las diferentes formas de cáncer, la diabetes y la enfermedad de Alzheimer. Cáscara de Mango contiene polifenoles que son antioxidantes beneficiosos para el cuerpo. Cáscara de Mango tiene tantos nutrientes que mejoran la inmunidad y proporcionan beneficios antioxidantes”. (Balcazar, 2014)

6.8. Radical libre

Un radical libre es cualquier especie que contiene uno o más electrones desapareados y que es capaz de mantener una existencia independiente.

El radical libre, busca a toda costa otro electrón para poder parearse. Es esta intensa búsqueda la que hace a estos radicales libres extremadamente reactivos. (Lacalle, 2007)

Los radicales libres son sustancias extremadamente reactivas que cumplen en el organismo la función de mantener el sistema inmunológico activo. No obstante, si su concentración es muy elevada, debido a la sobrexigencia del cuerpo en su control, atacan a los tejidos y compuestos celulares, ocasionando daños que terminan manifestándose en enfermedades. (Hurtado, 2013)

6.8.1. Clasificación de radicales libres

En la investigación de Hurtado (2013), los radicales libres del oxígeno se clasifican de la forma siguiente:

- *Radicales libres inorgánicos o primarios.* Se originan por transferencia de electrones sobre el átomo de oxígeno, representan por tanto distintos estados en la reducción de este y se caracterizan por tener una vida media muy corta; estos son el anión superóxido, el radical hidróxilo y el óxido nítrico.
- *Radicales libres orgánicos o secundarios:* Se pueden originar por la transferencia de un electrón de un radical primario a un átomo de una molécula orgánica o por la reacción de 2 radicales primarios entre sí, poseen una vida media un tanto más larga que los primarios; los principales átomos de las biomoléculas son: carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre.
- *Intermediarios estables relacionados con los radicales libres del oxígeno:* Aquí se incluye un grupo de especies químicas que sin ser radicales libres, son generadoras de estas sustancias o resultan de la reducción o metabolismo de ellas, entre las que están el oxígeno, el peróxido de hidrógeno, el ácido hipocloroso, el peroxinitrito, el hidroperóxidos orgánicos. (Hurtado, 2013)

6.8.2. Matar a los radicales libres

La cáscara de mango está lleno de antioxidantes que son necesarios por el cuerpo. Mata a los radicales libres, que son desafiados como "asesinos silenciosos" de la raza humana. Los antioxidantes presentes en la piel de mango inducen la apoptosis de las células que causan la enfermedad y ayudar a controlar muchas enfermedades celulares. (Balcazar, 2014)

6.9. Polifenoles

Los polifenoles son compuestos bio-sintetizados por las plantas (sus frutos, hojas, tallos, raíces, semillas u otras partes). Todos los polifenoles exhiben propiedades antioxidantes. Desde un punto de vista químico, todos los polifenoles exhiben en su estructura, a lo menos, uno o más grupos hidroxilos (HO-) unidos a un anillo aromático, es decir, presentan algún grupo fenólico. (Harvorsen, 2014)

Los polifenoles son sensibles a cambios en pH, estudios han demostrado que existe una degradación oxidativa de dichos compuestos en medios alcalinos, demostrado una mejor estabilidad en pH por debajo de 5.0. Por lo que aumenta la probabilidad de oxidación durante los procesos digestivos. Debido a que el mango contiene altas concentraciones de compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, anticancerígeno y antimicrobiano, es importante entender el comportamiento de estos compuestos durante los procesos digestivos y los cambios radicales en el pH. (Aguilar, 2014)

6.10. Capacidad antioxidante

Se determina la actividad antioxidante como el grado de inhibición de la peroxidación del ácido linoléico. A una solución de dicho ácido y amortiguador de fosfatos se le agrega muestra de las especies vegetales en estudio. La mezcla es incubada a 40C y se mide en diferentes días el grado de oxidación. Los valores de absorbancia de la mezcla se leen a 500 nm para obtener el contenido de peroxidación. (Fernández I. C., 2010)

6.11. Análisis de antioxidantes en alimentos

Los antioxidantes son importantes en el desarrollo del ser humano y hay alimentos que lo proporcionan de forma natural, para identificar en que proporciones lo contienen se determina por medio de varios análisis o métodos. (Harvorsen, 2014)

Los polifenoles son los antioxidantes predominantes en la cáscara de mango y se analiza su contenido por medio de análisis de polifenoles totales (PFT) y para medir la capacidad oxidante se determina por el análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles, por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH). (Velázquez, 2018)

6.12. Método colorimétrico de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH)

Es un radical libre utilizado para evaluar la actividad atrapadora de radicales de un compuesto o extracto vegetal. Se prepara una serie de tubos de reacción por ensayo, donde se coloca blanco del control y tampón de acetato (tubo 1), acetato y metanol (tubo 2), extracto de la muestra (tubo 3), tampón de acetato, metanol, extracto y solución de DPPH (tubo 4). Se incuba a temperatura ambiente por 30 min. y posteriormente la absorbancia se lee en un espectrofotómetro (517 nm) contra el blanco de cada muestra. Se interpola el valor de CI50, que es la concentración del extracto requerida para disminuir un 50% la absorbancia de DPPH. (Fernández I. C., 2010).

Este método se basa en la reducción del radical DPPH por los antioxidantes de la muestra. El radical es estable y tiene una coloración púrpura que se pierde progresivamente cuando se añade la muestra conteniendo sustancias antioxidantes. La decoloración del radical se determina a 515 nm y la cuantificación se realiza empleando soluciones patrón de ac. ascórbico o trolox. En general la reacción se puede medir a los 2, 3, 4, 5 y 10 minutos del inicio, ya que en este intervalo, la mayoría de sustancias completan la reacción con el DPPH,. (Lacalle, 2007)

6.12.1. Ventajas del método DPPH

El ensayo de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH) es un método rápido y sencillo, que no requiere de un equipamiento sofisticado. A diferencia del ensayo de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolín) – 6 – sulfónico (ABTS), no es necesario generar el radical puesto que el DPPH se comercializa.

Sólo puede disolverse en medio orgánico No obstante, en algunos casos la interpretación resulta complicada, ya que algunos antioxidantes/moléculas pueden causar interferencias si poseen un espectro de absorción similar al DPPH. (Lacalle, 2007).

6.12.2. Desventajas del método DPPH

Según Rodríguez (2015), existen desventajas al realizar el análisis de DPPH, las cuales son:

- La diferencia en el mecanismo de reacción que normalmente ocurre entre antioxidante y radicales peroxilo.
- El DPPH es un radical del nitrógeno de larga vida, lo cual no guarda similitud con los radicales peroxilo altamente reactivos y transitorios involucrados en la peroxidación lipídica. Muchos antioxidantes que reaccionan rápidamente con radicales peroxilo, reaccionan lentamente o son inertes al DPPH.
- La reacción cinética entre el DPPH y los antioxidantes no es lineal con la concentración de DPPH. (Rodríguez, 2015)

6.13. Estudios realizados sobre la harina de cáscara de mango

A nivel mundial se han hecho estudios sobre la harina de cáscara de mango uno de ellos es el estudio que realizó la Ingeniera Gladys Arrocha en la ciudad de Valencia, Venezuela sobre FACTIBILIDAD DE LA OBTENCION DE HARINA Y GRASA DEL DESECHO DEL MANGO *Mangifera indica L.*, con lo que se pretende determinar la factibilidad técnico-económica, para la instalación de una planta procesadora de harina y grasa a partir de la semilla de mango *Mangifera indica L.* donde se concluyó que existe un mercado potencial, el proyecto de investigación es tecnológicamente factible y económicamente rentable. (Montes, 2003)

Otro estudio realizado en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración, donde por medio de la liofilización se procesó la cáscara de mango de las variedades Keint y Tommy atkins para obtener harina a partir de dicho desecho, este estudio fue realizado por la Inga. Liliana Serna Cock, donde afirma que es posible transformar este residuo en un producto alimenticio que puede durar años, gracias a sus características de rendimientos, contenidos en compuestos fenólicos totales y composición proximal comprendida en materia seca, proteína, cenizas, fibras dietéticas y otros. (Cock, 2015)

En la Universidad César Vallejo de Perú se realizó un estudio sobre la DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANÁLISIS COMPOSICIONAL DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO, MANGÍFERA INDICA, VARIEDAD “CRIOLLO” donde se concluyó que los residuos del mango pueden ser aprovechables como un subproducto con características funcionales valiosas para la nutrición. (Espinoza, 2016)

Un estudio realizado en Colombia donde se determinó la EVALUACIÓN DE POLVOS ALIMENTARIOS OBTENIDOS DE CÁSCARAS DE MANGO (MANGIFERA INDICA) COMO FUENTE DE INGREDIENTES FUNCIONALES, en el cual se llegó a la conclusión que los polvos de cáscara de mango pueden utilizarse para el desarrollo de alimentos funcionales y se demostró que el diámetro de partícula y la variedad influyeron significativamente sobre las propiedades funcionales de los polvos alimentarios obtenidos de cáscara de mango por lo cual se concluyó que la obtención de polvo de cáscara de mango de las variedades Criollo, Tommy Atkins y Keitt, presentan alto potencial de aplicación en la industria alimentaria. (Serna-Cock, 2014)

6.14. Estudios realizados sobre la harina de cáscara de mango utilizado en la industria alimentaria.

La industria alimentaria cuenta con una gama de productos extensa, la cual aplica diversas metodologías para su elaboración y por la demanda del consumidor se generan productos naturales sin químicos, ni preservantes por lo que se han estudiado en la actualidad desechos de diferentes frutas y verduras en busca de nutrientes que cubran las necesidades básicas del

consumidor una de ellas ha sido la cáscara de mango y al confirmar que cuenta con nutrientes y es una fuente de antioxidantes se ha incluido en diversos tipos de productos para poder darles un valor agregado a los alimentos procesados ya comercializados en la industria, por lo cual se ha realizado estudios donde se aplica la harina de cáscara de mango en diferentes alimentos.

Algunos de estos estudios son:

Uno de ellos fue realizado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López en Calceta, Ecuador donde se estudió las **CÁSCARAS DE PIÑA Y MANGO DESHIDRATADAS COMO FUENTE DE FIBRA DIETÉTICA EN PRODUCCIÓN DE GALLETAS**, donde concluyeron que la harina de cáscara de mango si aporta fibra a las galletas y se determinó el porcentaje óptimo para la elaboración de dicho producto consiguiendo aceptación por parte de los consumidores. (Reyes, 2014)

Otro estudio fue realizado en la Universidad Nacional de Santa, en Perú donde se hizo la **“EVALUACIÓN CARACTERIZACIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PEPA DE MANGO, VARIEDAD KENT Y SU USA EN PANIFICACIÓN”** donde se estableció que la harina de cáscara de mango es totalmente saludable ya que su contenido de fibra contiene propiedades laxantes y también presenta un alto contenido de potasio, al realizar la comparación entre harina cáscara de mango y harina de la pepa de mango se estableció que la harina de cáscara de mango presenta mayor capacidad de absorción de grasa. (Rojo, 2015)

También se realizó otro estudio en la Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, donde se investigó y evaluó **COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES, FLAVONOIDES Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN (BOLILLO) SUSTITUIDO PARCIALMENTE CON HARINA DE FIBRA DE MANGO A DIFERENTES NIVELES**, donde se vio el incremento de la actividad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos totales al sustituir harina de trigo con harina de fibra de mango. (Alegre, 2017)

ELABORACIÓN DE CUPCAKES A BASE DE HARINA CON CÁSCARA DE MANGO, ha sido otro estudio realizado en la ciudad de México, D.F donde se concluyó que la harina tiene como beneficios una fecha de vencimiento a largo plazo y grandes aportaciones nutricionales tales como beta caroteno, Vitamina C y A, antioxidantes como polifenoles, entre otros. (Cangas, 2017)

7. RECURSOS

7.1. Humanos

- Tesista: Rubby Maythé de León Monzón
- Docentes asesores:

Principal: Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Adjunto: Msc. Sammy Alexis Ramírez Juárez

7.2. Institucionales

- Biblioteca del Centro Universitario del Sur-Occidente – CUNSUROC – de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Instituto de Química de la Universidad Autónoma de México – UNAM –
- La exportadora de mango Gold Label Products, ubicada en Champerico, Retalhuleu

7.3. Económicos

Los recursos económicos realizados durante la investigación serán sufragados por la tesista.

7.4. Materiales y equipo

7.4.1. Equipo

Balanza Semi-analitica

Termómetro

Horno Industrial de aire forzado, capacidad 6 bandejas

7.4.2. Utensilios

Mesa de trabajo de acero inoxidable

Cuchillos

Tablas de Picar

7.4.3. Materia prima

Cáscara de mango *Mangifera indica L.* Tommy atkins.

8. MARCO OPERATIVO

8.1. Descripción general del proceso de deshidratación para obtener la harina de epicarpio de mango

Se deshidrataron 6.151 Kg de epicarpio de mango, de la cual 1.969 Kg se procesaron a una temperatura de 45°C, también 2.221 Kg a 55°C y por último 1.961 Kg a 65°C (Ver inciso 9.4.2), para controlar la temperatura de deshidratado se monitorio a cada media hora las bandejas, se observó la pérdida de agua que sufría el epicarpio de mango, realizando un pesado de cada una y llevando un control del peso de cada bandeja a cada media hora hasta llegar a un peso constante, este debía ser contante tres veces consecutivas en cada pesaje esto nos indicaba que se encontraba correctamente deshidratado. En las bandejas se colocó una sola capa para asegurar que se deshidratará homogéneamente y que el aire recirculara en cada bandeja. (Ver apéndice 17.1.)

8.2. Rendimiento de la harina de epicarpio de mango en cada temperatura deshidratada

Se pesó individualmente cada una de las harinas obtenidas a diferentes temperaturas y se procedió a sacar el rendimiento de cada una para ello se dividió el peso obtenido de la harina dentro del producto sin deshidratar multiplicado por cien.

Fórmula para obtener el rendimiento de la harina

$$\frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de la harina sin deshidratar}} \times 100 = \text{Rendimiento de la harina}$$

8.3. Gráficas del proceso de secado

Al deshidratar se monitoreo tiempos de secado y pesos en cada una de los procesos a diferentes temperaturas para poder establecer el momento donde se genera un peso constante y esto confirma que se realizó un buen deshidratado, con los datos que se generaron se crearon gráficas ilustrativas para poder interpretar de mejor forma los datos recolectados durante el proceso de deshidratado de epicarpio de mango.

8.4. Fases para obtener harina de epicarpio de mango

8.4.1. Fase I: Determinación del contenido de la capacidad antioxidante (polifenoles) de la cáscara de mango Tommy atkins

La cáscara de mango de la variedad Tommy atkins es la principal materia prima de la elaboración de dicha harina por lo cual se determinó la capacidad antioxidante que contiene la cáscara sin procesar.

Para determinar la capacidad antioxidante se envió un mango fresco con maduración 2 y se envió al Instituto de Química de la Universidad Autónoma de México – UNAM.

Se envió en una caja a temperatura ambiente, al Instituto de Química de la Universidad Autónoma de México – UNAM – situada en la ciudad universitaria en Coyoacán, D.F. fue enviado por un Courier ubicado en Tapachula, llamado Estafeta.

La metodología utilizada para el análisis en la cáscara de mango y en las diferentes harinas elaboradas a partir de cáscara de mango se especifican el en cuadro No. 3

Cuadro No. 3: Metodología utilizada para análisis realizado a materia prima y harina.

Análisis	Metodología
Capacidad antioxidante (Polifenoles)	Capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH)

Fuente: Instituto de Química – UNAM -

8.4.2. Fase II: Determinación de temperaturas del proceso de secado de la cáscara de mango Tommy atkins.

Se determinaron tres temperaturas, para establecer en cuál se mantienen los polifenoles y es mayor la capacidad antioxidante, dichas temperaturas se establecieron en base a estudios realizados en otras instituciones y se secó hasta que el peso fue constante para garantizar un buen deshidratado, se establecieron las siguientes temperaturas:

Cuadro No. 4: Temperaturas de secado de la materia prima

No. Muestra	Temperatura °C
1	45
2	55
3	65

Fuente: elaboración propia (2017).

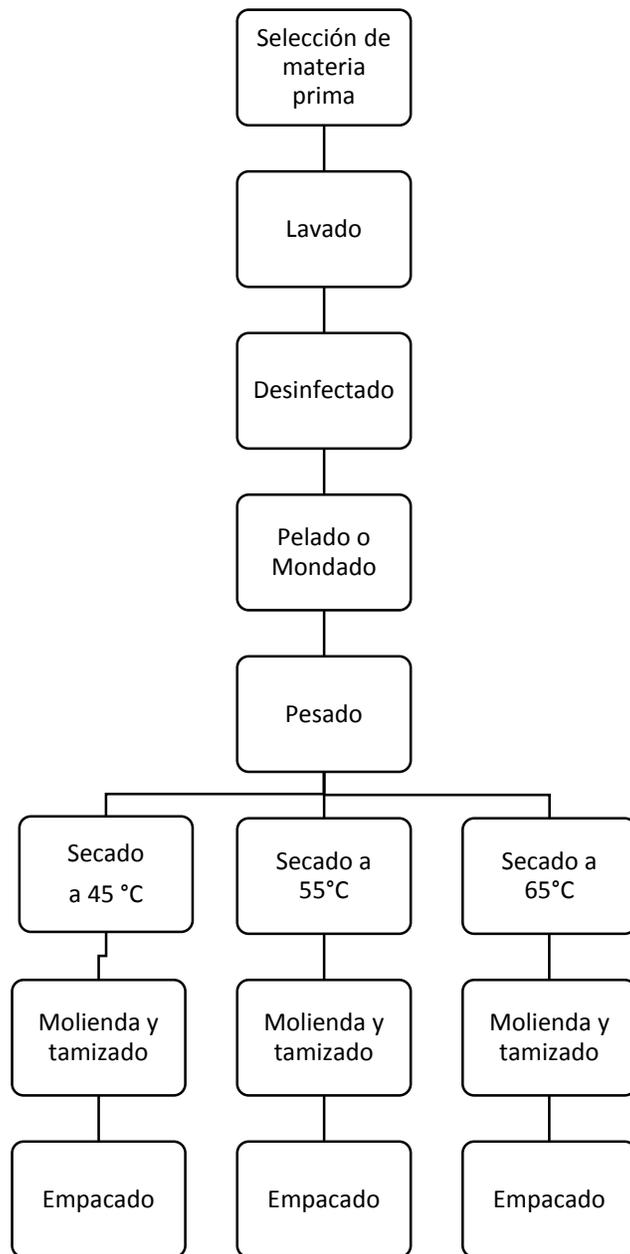
8.4.3. Fase III: Procedimiento de la elaboración de harina de epicarpio de mango Tommy atkins.

8.4.3.1. Elaboración de harina de epicarpio de mango Tommy atkins.

- **Selección de Materia Prima:** se seleccionó los mango de la variedad Tommy atkins con coloración amarillo – rojo, para poder utilizarlas en el proceso y que nos indique la cantidad de polifenoles que cuenta sin ser procesada.
- **Lavado:** Los mangos de la variedad Tommy atkins se lavaron con agua potable a temperatura ambiente con el fin de retirar impurezas.
- **Desinfección:** Se sumergieron los frutos en una solución de cloro al 0.5%, para disminuir la carga microbiana.

- **Pelado o Mondado:** Se separó el epicarpio (cáscara) del fruto con la ayuda de tablas y cuchillos, para obtener únicamente la cáscara de mango que será la parte que se secase posteriormente.
- **Pesado:** Se pesará cada bandeja utilizada con una balanza analítica y se numerarán, luego se colocarán las cáscaras de mango en las bandejas y se pesarán para anotar el peso total.
- **Secado:** El epicarpio de mango de la variedad Tommy atkins se secó a temperaturas diferentes en un horno de bandejas verticales de convección con aire forzado.
- **Molienda y tamizado:** El epicarpio de mango se sometió a un proceso de molienda en un molino de tornillo sin fin donde se redujeron a partículas pequeñas y finas, para obtener la harina, posteriormente se pasaron por un tamiz de 150 mesh.
- **Empacado:** Se empacó en recipientes herméticos, evitando así la rehidratación de la harina y conservándola con buena calidad y por un largo tiempo.

8.4.3.2. Diagrama de bloques: elaboración de la harina de epicarpio de mango de la variedad Tommy atkins.



Fuente: elaboración propia (2017).

8.4.4. Fase IV: Determinación del contenido de la capacidad antioxidante (polifenoles) de la harina de epicarpio de mango Tommy atkins.

Dos días después de la elaboración de las harinas deshidratadas a diferentes temperaturas se enviaron las muestras debidamente identificadas, donde se indicó:

- No. De muestra
- Temperatura
- Cantidad enviada en gr.

Se almacenó en recipientes herméticos para evitar la rehidratación de la harina, se colocaron 100 gr. de cada harina de cada proceso deshidratado y fueron enviadas por un Courier desde Tapachula, llamado Estafeta, se solicitó el sello de la aduana para poder enviarlo al Instituto de Química de la Universidad Autónoma de México – UNAM – situada en la ciudad universitaria en Coyoacán, D.F, la metodología que se utilizará está referida en el Cuadro No. 4

Se enviaron resultados a través de correo electrónico 30 días hábiles después de recibir las muestras y dos días después de confirmada la transacción interbancaria realizada.

9. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de bloques al azar.

Se analizaron 6 muestras independientes por cada uno de los métodos (epicarpio sin procesar, procesado a 45°C, procesado a 55°C y procesado a 65°C), y se sacó un promedio y error estándar de cada uno de ellos, a partir de ello se estableció los bloques y tratamientos para el método estadístico.

Al final del estudio los resultados se evaluaron mediante un análisis de varianza de acuerdo de la siguiente metodología:

Cuadro No. 5: Análisis de varianza para distribución de bloques al azar

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	$\frac{\sum(\sum \text{Tratamientos})^2 - Fc}{\# \text{ de bloques}}$	# trat -1	$\frac{Sc \text{ trat.}}{Gl \text{ trat}}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Bloque	$\frac{\sum(\sum \text{bloques})^2 - Fc}{\# \text{ de tratamientos}}$	# bloq -1	$\frac{Sc \text{ bloq}}{Gl \text{ bloq}}$	$\frac{CM \text{ bloq}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Error	Sc total - Sc tratamientos- Sc bloques	Gl trat * Gl bloq	$\frac{Sc \text{ error}}{Gl \text{ error}}$		
Total	$\sum (\text{dato})^2 - Fc$	n-1			

Fuente: Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores.

10. RESULTADOS

10.1. Proceso de deshidratado de epicarpio de mango.

Se realizó un proceso de deshidratado a tres temperaturas diferentes, donde se procesaron 1.969 Kg a 45°C, 2.221 Kg a 55°C y 1.961 Kg a 65°C. Esto se realizó en las instalaciones de la empresa Gold Label Products, ubicada en Finca Manchuria camino hacia Champerico, Retalhuleu con un horno deshidratador de aire forzado, las condiciones fueron constantes para los diferentes batch realizados, la humedad relativa se mantuvo estable, la temperatura y humedad se monitorearon mediante el deshidratador y con un medidor manual de temperatura y humedad para verificar los datos generados en el deshidratador. (Ver apéndice 17.1.)

10.2. Rendimiento de la harina de epicarpio de mango

Durante el proceso de la elaboración de harina de cascara de mango se midió el rendimiento de cada una, al procesar a 45°C y 55°C se obtuvo un rendimiento del 13% y cuando se procesó a 65°C se obtuvo un rendimiento del 14%. Estos resultados se obtuvieron al finalizar el proceso que incluye el deshidratado, la molienda y tamizado. (Ver apéndice 17.2.)

10.3. Gráficas del proceso de secado de epicarpio de mango

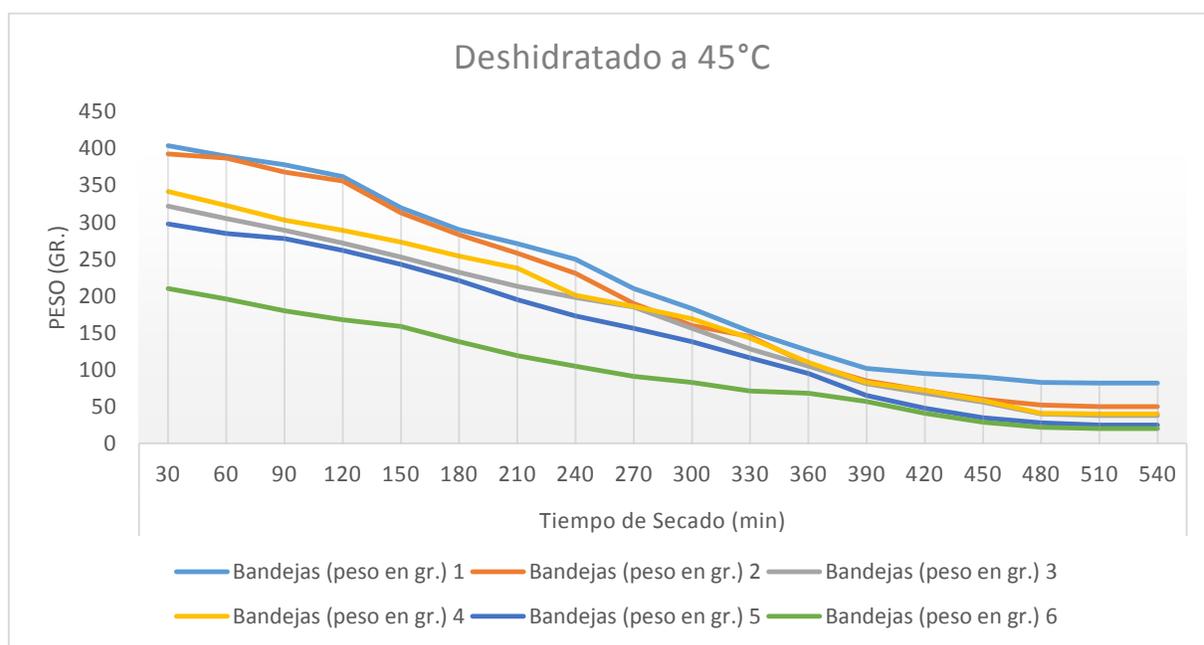
Durante el proceso de secado se midieron tiempos (min) y pesos (gr.) en cada una de las temperaturas a evaluar para realizar gráficas de secado del proceso de deshidratado de epicarpio de mango.

Cuadro No. 6: Tiempos (min) y peso (gr.) del deshidratado de epicarpio de mango a 45°C

		Tiempo de Secado (min)																	
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540
Bandejas (peso en gr.)	1	404	390	378	362	320	290	271	250	210	183	152	126	102	95	90	83	82	82
	2	393	387	368	356	313	283	258	231	190	160	145	108	85	72	60	52	50	50
	3	322	305	289	272	253	232	213	198	185	156	128	105	81	68	56	40	38	38
	4	342	323	303	289	273	254	238	201	186	169	143	110	83	72	58	41	40	40
	5	298	285	278	262	243	221	195	173	156	138	116	95	65	48	35	28	25	25
	6	210	196	180	168	159	138	119	105	91	83	71	68	57	41	29	22	20	20

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Gráfica No 1: Deshidratado de epicarpio de mango a 45°C



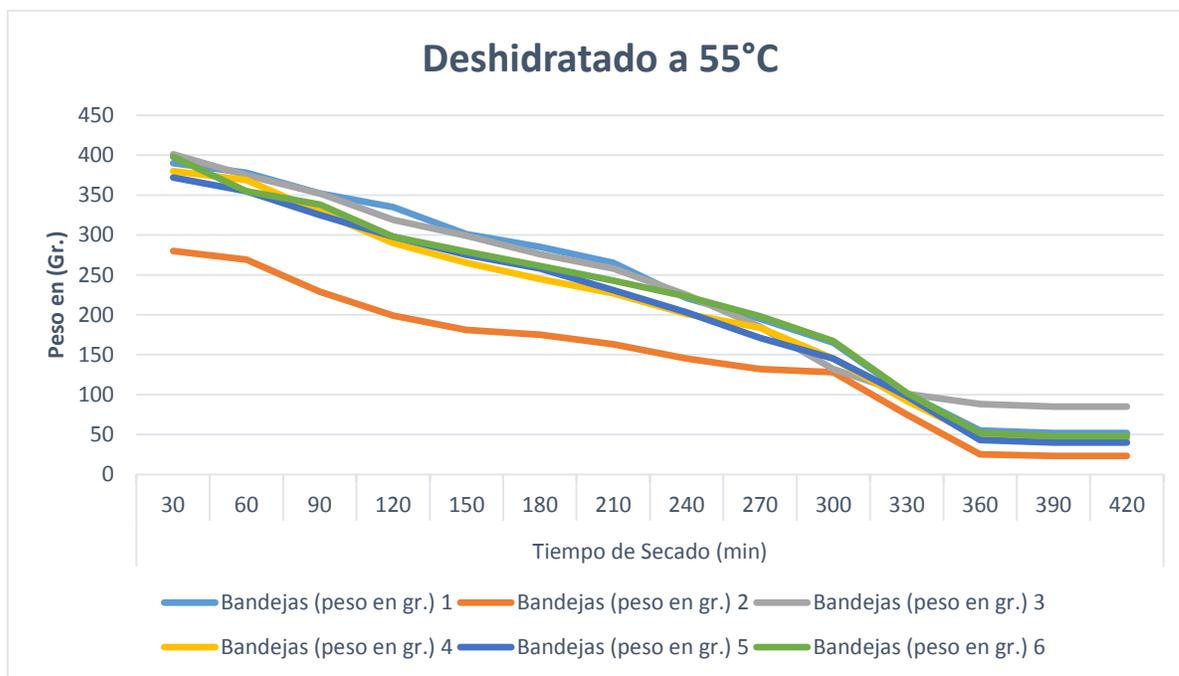
Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Cuadro No. 7: Deshidratado de epicarpio de mango a 55°C

		Tiempo de Secado (min)													
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Bandejas (peso en gr.)	1	390	378	352	335	301	285	265	221	195	165	101	55	52	52
	2	280	269	229	199	181	175	163	145	132	128	75	25	23	23
	3	401	375	352	319	299	276	258	225	185	132	101	88	85	85
	4	380	369	329	290	265	245	227	201	184	145	92	47	45	45
	5	372	355	325	298	275	258	231	203	171	145	98	43	40	40
	6	398	355	338	298	279	261	243	223	198	167	102	52	48	48

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Gráfica No. 2. Deshidratado de epicarpio de mango a 55



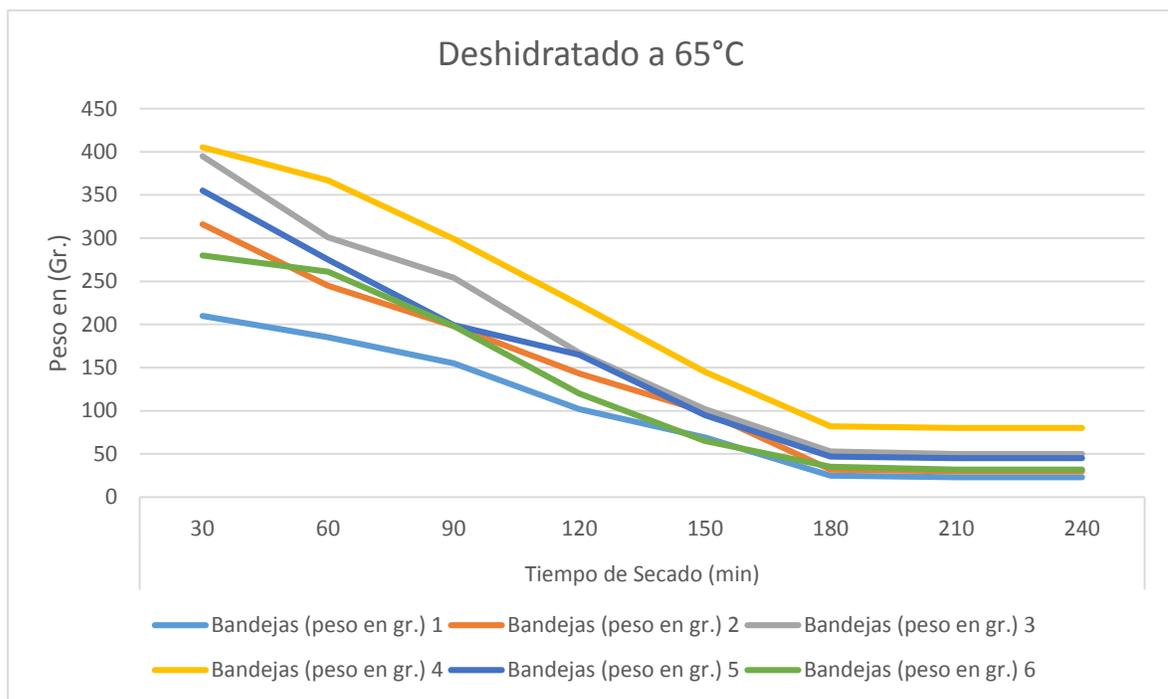
Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Cuadro No.8: Deshidratado de epicarpio de mango a 65°C

		Tiempo de Secado (min)							
		30	60	90	120	150	180	210	240
Bandejas (peso en gr.)	1	210	185	155	102	69	25	23	23
	2	316	245	198	143	99	32	30	30
	3	395	301	254	167	102	53	50	50
	4	405	367	299	223	145	82	80	80
	5	355	275	199	165	95	47	45	45
	6	280	261	198	120	65	35	32	32

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Grafica No.3: Deshidratado de epicarpio de mango a 65°C



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

10.4. Descripción del análisis DPPH, realizado en la UNAM

Se empleó la metodología descrita por Blois 1958 y Domínguez 2005 con algunas modificaciones. Se empleó etanol como diluyente para preparar las soluciones de la muestra a concentraciones de 10, 100 o 1000 ug/ml (concentración final). El ensayo se realizó en placas de 96 pozos. Se colocaron 50 uL de cada solución en cuatro pozos de la placa, posteriormente se adicionaron 150uL de una solución etanólica de DPPH 133.33 uM (concentración final 100 uM). La placa se incubó a 37°C en la oscuridad con agitación constante durante 30 minutos. Después se midió la densidad óptica de cada pozo a 515 nm en un lector de microplacas marca Bio-Teck modelo SYNERGY HT. (Universidad, 2018)

Según los resultados enviados por la UNAM el ensayo realizado a las muestras, se concluye que a las concentraciones de 100 y 1000 ug/ml, todas las muestras tienen efecto significativo ($P \leq 0.05$) como atrapador del radical libre DPPH. Sin embargo la Muestra No.2 y Muestra No.3, mostraron una actividad significativa a la concentración de 10 ug/ml. (Química, 2018), se demuestra lo obtenido estadísticamente que no afecta la temperatura, si no la concentración, ya que es el reactivo DPPH el que reacciona para dar la coloración violeta, que indica la presencia de capacidad antioxidante en el alimento.

10.5. **Resultados de análisis de la Prueba de la actividad atrapadora Del Radical Libre 2,2 – Difetil -1- Picril (Dpph)**

Cuadro No. 9: Datos de los análisis de DPPH

	Concentración de la muestra (ug/ml)	D.0. 515nm	% de Reducción de DPPH
Control (DPPH 100uM)	---	0.641 ± 0.016	----
Muestra #1 Deshidratado a 45°C	1 10 100 1000	0.663 ± 0.021 0.607 ± 0.014 0.291 ± 0.009 0.031 ± 0.001	-3.67 ± 3.08 5.21 ± 1.35 54.30 ± 2.28 95.10 ± 0.28
Muestra # 2 Deshidratado a 55°C	1 10 100 1000	0.632 ± 0.006 0.580 ± 0.013 0.251 ± 0.022 0.034 ± 0.001	1.02 ± 1.83 8.79 ± 1.75 58.50 ± 1.77 94.60 ± 0.118
Muestra # 3 Deshidratado a 65°C	1 10 100 1000	0.645 ± 0.013 0.566 ± 0.014 0.208 ± 0.015 0.033 ± 0.001	-0.85 ± 2.07 11.60 ± 1.55 67.74 ± 1.80 94.80 ± 0.15
Muestra # 4 Fresco	1 10 100 1000	0.645 ± 0.008 0.618 ± 0.009 0.444 ± 0.006 0.043 ± 0.001	-0.96 ± 2.09 3.36 ± 1.89 30.55 ± 1.43 93.25 ± 0.25

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

Los datos son el promedio de seis experimentos independientes con su respectivo error estándar.

Nota: En cada una de las muestras se trabajó con diferentes concentraciones para evaluar la aproximadamente los antioxidantes que contienen y si influye la concentración o no en dicho análisis.

En el apéndice (17.3.), se encuentran los resultados originales de las pruebas de DPPH, enviadas por la Universidad Autónoma de México, realizadas en harina de epicarpio de mango para determinar la capacidad antioxidante de la harina.

11. RESULTADOS DEL DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico de bloques al azar, se definieron los tratamientos (temperaturas 45°C, 55°C, 65°C) y bloques (concentraciones 1,10, 100, 1000), para obtener resultados se suman todos los valores horizontal y verticalmente, creando una columna adicional de cuadrados, luego se debe encontrar la varianza de tratamientos y de bloques, luego se procede a calcular los grados de libertad de los bloques, tratamientos, también los grados de libertad totales, se utilizan las fórmulas de cuadrados medios para obtener los resultados para los bloques y los tratamientos, se completa la tabla y se realiza un análisis para interpretar los resultados. (Ver apéndice 18.4.)

12. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los antioxidantes son parte importante de la dieta, se ha descubierto que son sintetiza por el cuerpo y son adquiridos mediante alimentos como frutas y verduras, de forma natural, también se pueden ingerir por medio de suplementos, la mejor forma de obtenerlas es de forma natural. Por ello se realizó un estudio para determinar la cantidad de antioxidantes que puede aportar la harina de epicarpio de mango.

El estudio se realizó a diferentes temperaturas para determinar si está influye en la degradación de los antioxidantes. Se determinó por medio del análisis de la capacidad antioxidante de polifenoles por el método de la capacidad atrapadora del radical libre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidracil (DPPH).

Al realizar la prueba de DPPH, no indicó que se degradara por la temperatura únicamente mostro cambios en base a las concentraciones con las que se realizaron las mediciones, esto se debe a que la molécula (1,1 –difenil – 2- picril-hidrazilo (DPPH)), es un radical libre estable, debido a la deslocalización de un electrón desapareando sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza (no se desintegra), como es el caso de la mayoría de los radicales libres. Debido a esta deslocalización del electrón se intensifica el color violeta típico del radical al absorber etanol como lo realizaron en la prueba de la UNAM, y la solución de DPPH

reacciona con el sustrato antioxidante que está en la capacidad de donar un átomo de hidrógeno, el color violeta por ello desaparece, el cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para determinar los parámetros para las propiedades antioxidantes. (Fernández, 2013).

En el análisis estadístico se determinaron dos parámetros las temperaturas con las que se deshidrató y los tratamientos que fueron las concentraciones con las que se realizó el análisis DPPH, en el que se determinó que las temperaturas no influían en los resultados, sin embargo las concentraciones utilizadas si influían en los resultados a mayor concentración mayor cantidad de antioxidantes se observaban, esto se debe a que la temperatura menor a 65°C no degrada los antioxidantes y se puede observar en las gráficas un descenso de la humedad conforme avanzaba el proceso de deshidratación y en las concentración al contener mayor cantidad de reactivo DPPH este reacciona y siendo un método colorimétrico se intensifica e indica mayor presencia de antioxidantes por lo que si se ve reflejado en cada una de las muestras evaluadas.

La prueba de DPPH es una serie de reacciones químicas por lo que afecta las concentraciones con las que se determinó la capacidad antioxidante y no la temperatura a la que fue expuesta durante el proceso de deshidratado ya que al agregar la molécula de DPPH, sus enlaces se vuelven más fuertes y es bastante estable.

13. CONCLUSIONES

- La capacidad antioxidante que se encuentra en la harina de epicarpio de mango es estable, en todas las muestras se encontró polifenoles en concentraciones de 100 y 1000 lo que indica que si se conservó después del proceso de deshidratado.
- En el epicarpio de mango se encontró muestra significativa de capacidad antioxidante, los análisis de DPPH indican que en las concentraciones 100ug/ml en D.O 515nm se encuentra un rango entre 0.444 ± 0.006 con un porcentaje de reducción de DPPH entre un rango de 30.55 ± 1.43 y con 1000 ug/ml en D.O 515nm se encuentra un rango entre 0.043 ± 0.001 con un porcentaje de reducción de DPPH entre un rango de 93.25 ± 0.25 .
- Se determinó una metodología para la elaboración de la harina de epicarpio de mango, como primer paso se seleccionó la materia prima esta tenía una coloración amarilla - roja, luego se procedió a lavar la materia prima con agua potable, después se realizó su desinfección con una solución al 0.5% de cloro, luego se separó el epicarpio de mango de la pulpa, después se pesó el epicarpio de mango y se procedió a su deshidratación realizando tres batch deshidratado cada una a diferente temperatura, 45°C, 55°C, 65°C, se separó cada batch para proceder a su molienda para hacer partículas pequeñas y pasarón por un tamiz para separar las partículas finas, por ultimó se empacó en recipientes plásticos para evitar la rehidratación y conservarla en un ambiente seco a temperatura ambiente.
- La harina de epicarpio de mango aportó significativamente capacidad antioxidante, lo demuestran los análisis realizados a las harinas elaboradas a diferentes tiempos y temperaturas ya que indicaron valores mayores a $P \leq 0.05$ en las muestras realizadas en concentraciones 100 y 1000.

- El epicarpio de mango (fresco) contiene muestra significativa de capacidad antioxidante, por medio de los análisis realizados en la UNAM y comprobado estadísticamente indica que la temperatura no influye en la determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH, sin embargo si influye la concentración con la que es realizado el análisis en laboratorio.

14. RECOMENDACIONES

- La harina de epicarpio de mango en la variedad de Tommy Atkins se puede estudiar su composición ya que aparte de aportarnos antioxidantes también aporta vitaminas y minerales necesarias para nuestro organismo.
- Al contener capacidad antioxidante puede ser un agregado para enriquecer nuestros alimentos de consumo diario como lo es el pan ya que al enriquecerlo con dicha harina se podría estudiar la cantidad de polifenoles que se pierden a volver ser procesado.
- Agregar otros parámetros en la deshidratación del epicarpio de mango para verificar si sufre algún cambio los antioxidantes a altas temperaturas ya que en este análisis no sufrió una temperatura mayor a 100°C.
- Esta harina cuenta con propiedades de retención de líquidos por lo que es recomendable utilizarla en la elaboración de embutidos en sustitución total o parcial de la carne vegetal.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. S. (octubre de 2014). *Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (Mangifera indica L.)*. Recuperado 12 de agosto de 2017, de: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3374>
- Alegre, R. H. (05 de octubre de 2017). *Efecto en la capacidad antioxidante, fenoles y flavonoides totales del pan bolillo parcialmente sustituido con harina de fibra de mango*. Recuperado 10 de enero de 2018, de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/1/3.pdf>
- Almajano, M. P. (septiembre de 2009). *Determinación de la actividad antioxidante*. Recuperado 06 de junio de 2017, de: <https://pdfs.semanticscholar.org/30eb/b639b219043715af3e62ba3d12a4e3d788c2.pdf>
- Altamirano, A. (07 de enero de 2018). *Deshidratación por aire caliente*. Recuperado 19 de marzo de 2018, de: <https://es.scribd.com/document/368572179/Deshidratacion-Par-Aire-Caliente-Autoguardado>
- Álvarez, J. (febrero de 2016). *La cáscara del mango esconde grandes propiedades antioxidantes*. Recuperado 20 de mayo de 2018, de: https://caracol.com.co/radio/2013/10/08/entretenimiento/1381243140_990972.html.
- ANACAFÉ. (01 de julio de 2004). *Cultivo de mango*. Recuperado el 12 de abril de 2018, de: <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/200412/33/14/Cultivo%20de%20Mango.pdf>

- ANACAFÉ. (09 de agosto de 2015). *Cultivo de mango*. Recuperado 20 de abril de 2018, de: https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_mango.
- Balcazar, M. (26 de marzo de 2014). *Antioxidante*. Recuperado 12 de mayo de 2017, de: <http://guidewhat.com/belleza/8-beneficios-para-la-salud-increible-de-cascaras-de-mango.php>
- Cangas, S. C. (12 de septiembre de 2017). *Elaboración de cupcakes a base de harina con cáscara de mango*. Recuperado 23 de febrero del 2018, de: <http://muciza.com.mx/muciza-2016/project/elaboracion-de-cupcakes-a-base-de-harina-con-cascara-de-mango/>
- Cárdenas, K. (08 de diciembre de 2014). *Cáscaras de mango contenido nutricional*. Recuperado 30 de junio de 2017, de: <https://www.buenasalud.net/2014/12/08/cascara-de-mango-propiedades.html>
- Cárdenas, K. (mayo de 2016). *Propiedades de cáscara de mango*. Recuperado 10 de mayo de 2017, de: <http://www.dicyt.com/noticias/las-propiedades-antioxidantes-de-la-cascara-del-mango>
- Cock, L. S. (15 de junio de 2015). *Potencial agroindustrial de cáscaras de mango de las variedades Keitt, y Tommy Atkins (Mangifera indica)*. Recuperado 23 de julio de 2018, de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/43579
- Coronado, M. (enero de 2015). *Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana*. Recuperado 05 de agosto de 2017, de: <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-chilena-de-nutricion/articulo/antioxidantes-perspectiva-actual-para-la-salud-humana>

Echeverriarza, M. P. (03 de julio 2015). *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Recuperado 09 de septiembre de 2017, de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156206>

Espinoza, L. M. (24 de marzo de 2016). *Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, mangífera indica, variedad "Criollo"*. Recuperado 05 de mayo de 2018, de: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/CIENTIFI-K/article/view/290>

Fernández, C. T. (05 de octubre de 2013). *Cultivo del mango*. Recuperado 30 de agosto de 2017, de: http://www.mapama.gob.es/app/MaterialVegetal/Docs/hoja_mapa_mango.pdf

Fernández, I. C. (marzo 2010). *Evaluación de la actividad antioxidante de cinco especies vegetales utilizadas popularmente para el tratamiento de afecciones de la memoria y los nervios*. Recuperado 15 de abril de 2017, de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2882.pdf

Figuroa, M. (12 de febrero de 2016). *Variedad y disponibilidad de mango*. Recuperado 10 de febrero de 2018, de: <http://www.mango.org/es/About-Mangos/Mango-Varieties>

Flores, S, Morales, A & Ruano, A. (octubre de 2010). *Determinación de actividad antioxidante de extractos de hojas de Diplostephium Phyllicoides (Kunth) Wedd*. Recuperado 3 de mayo de 2017, de: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/591/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20actividad%20antioxidante%20Displostephium%20philyciode.pdf>

Gamero, A. (agosto de 2015). *Secador de bandejas*. Recuperando 10 de julio de 2018, de: <https://es.scribd.com/doc/109002576/OPERACION-DE-SECADO-EN-UN-SECADOR-DE-BANDEJAS>

Gándara, N. (20 de marzo de 2017). Guatemala busca vender 42% más de mango. *Prensa Libre*. Recuperado 03 de noviembre de 2018, de: <https://www.prensalibre.com/economia/guatemala-busca-vender-42-mas-de-mango/>

Gil-Hernández. (20 de noviembre de 2012). *Antioxidantes y envejecimiento*. Recuperado 4 de mayo 2018, de: <https://www.meritene.es/salud/antioxidantes-y-envejecimiento>.

Gutiérrez, C. (18 de junio de 2016). *El mango, sus propiedades nutritivas y los beneficios para la salud*. Recuperado 20 de octubre de 2018, de: <https://eldia.com:https://eldia.com.do/el-mango-sus-propiedades-nutritivas-y-los-beneficios-para-la-salud/>

Harvorsen, C. (13 de mayo de 2014). *Antioxidantes en alimentos*. Recuperado de abril de 2018, de: <http://www.portalantioxidantes.com/antioxidantes-en-alimentos/>.

Hurtado, E. (septiembre, 2013). *Radicales libres y la función de los antioxidantes*. Recuperado 17 de agosto de 2018, de: <http://www.nutracentr.org/Radicales-libres-y-la-funcion-de-los-antioxidantes-1-nutart>.

INCAP. (noviembre, 2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Recuperado 6 de octubre de 2017, de: <http://www.sennutricion.org/es/2013/05/01/tabla-de-composicin-de-alimentos-de-centroamrica-incap>.

Instituto Nacional de Estadística -INE-. (20 de octubre de 2011). *Caracterización, República de Guatemala*. Recuperado 03 de febrero 2017, de: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/L5pNHMXzxy5FFWmk9NHCrK9x7E5Qqvvy.pdf>

- Interempresas Media S.L. (30 de octubre de 2017). *Mango, Magnífera Indica / Anacardiaceae*. Recuperado 07 de julio de 2017, de: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Mango.html>.
- Jerez, C. (30 de 05 de 2012). *Mango*. Recuperado 4 de mayo de 2017, de: [https://www.ecured.cu/Mango_\(Fruta\)](https://www.ecured.cu/Mango_(Fruta))
- Lacalle, A. (marzo de 2007). *Antioxidantes en alimentación: diferentes formas de expresar su actividad antioxidante*. Recuperado 2 de agosto de 2018, de: <http://www.anme.com.mx/libros/Antioxidantes%20en%20alimentaci%F3n.pdf>
- López, R. H. (julio de 2010). *Índice de madurez en mango*. Recuperado 15 de enero de 2018, de: <http://rlandazabal.blogspot.com/>
- MAGA. (14 de mayo de 2017). *Producción de mango en Guatemala*. Recuperado 09 de septiembre de 2018, de: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-mango-en-guatemala.shtml>
- Montes, G. (05 de noviembre de 2003). *Harina de mango*. Recuperado 23 de mayo de 2018, de: <https://es.scribd.com/doc/240868762/Tesis-Harina-de-Mango>
- Pierre, I. (15 de septiembre de 2015). *Mango*. Recuperado 26 de agosto de 2018, de: <http://www.redondofrutas.com/Html/NuestrosProductos/Mango.html>
- Propiedades mango*. (12 de mayo de 2014). Recuperado 24 de abril de 2017, de: <http://frutas.consumer.es/mango/propiedades>

Reyes, J. L. (15 de febrero de 2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuentes de fibra dietética en producción de galletas*. Recuperado 17 de noviembre de 2018, de: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS%20GALLETAS.pdf>

Rodríguez, A. A. (4 de octubre de 2015). *Determinación de actividad antioxidante de extractos y fracciones de hojas de Chromolaena perglabra*. Recuperado 04 de julio de 2018, de: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/408/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20actividad%20antioxidante%20de%20extractos%20y%20fracciones%20de%20hojas%20de%20Chromolaena%20perglabra%20%28B.%20L.%20Robinson%29%20R.%20M~1.pdf>.

Rojo, C. M. (12 de julio de 2015). *Obtención y evaluación de la harina de cáscara y aceite de pepa de mango*. Recuperado 03 de mayo de 2018, de: <https://es.scribd.com/document/381365289/Practica-4-Obtencion-y-Evaluacion-de-La-Harina-de-Cascara-y-Aceite-de-Pepa-de-Mango-Varietad-Kent>

Sánchez, M, Dennis, J, Alonzo, G & Mérida, K. (agosto de 2013). *Radicales libres*. Recuperado 29 de mayo de 2017, de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010

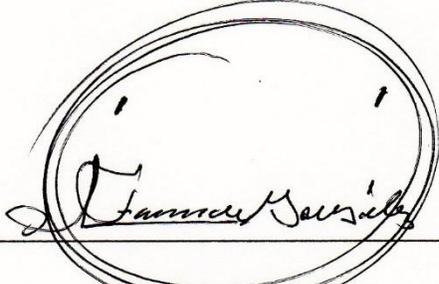
Serna-Cock, L. (06 de octubre de 2014). *Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (Mangifera indica) como fuente de Ingredientes Funcionales*. Recuperado 4 de febrero de 2018, de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n2/art06.pdf>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2018). *Informe de análisis: capacidad atrapadora del radical DPPH de 4 muestras*. Coyoacán, MX.: Secretaría técnica. Instituto de Química.

Velázquez, C. E. (02 de marzo de 2018). *Polifenoles*. Recuperado 15 de agosto de 2017, de: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/POLIFENOLES.pdf>

Viveros Brokaw SL. (09 de diciembre de 2015). *Variedades de mango*. Recuperado 08 de enero 2018, de: <http://www.viverosbrokaw.com/empresa.html>.

Zavala, F. A. (febrero de 2011). *Antimicrobianos y antioxidantes a partir cáscara y semillas de mango*. Recuperado 05 de marzo de 2018, de: <http://ctic-cita.es/nc/saladeprensa2/noticias/noticia-individual/article/antimicrobianos-y-antioxidantes-a-partir-cascara-y-semillas-de-mango/>



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ana Teresa de González", is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval scribble.

Vo. Bo. Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



16. APÉNDICES

16.1. Resultados del deshidratado de epicarpio de mango a 45°C, 55°C y 65°C.

16.1.1. Cuadro No. 10: Deshidratado a 45°C

No. De Bandeja	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	% MST
1	404	82	322
2	393	50	343
3	322	38	284
4	342	40	302
5	298	25	273
6	210	20	190
	1969	255	1716

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.1.2. Cuadro No 11: Deshidratado a 55°C

No. De Bandeja	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	% MST
1	390	52	338
2	280	23	257
3	401	85	316
4	380	45	335
5	372	40	332
6	398	48	350
	2221	293	1928

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.1.3. Cuadro No. 12: Deshidratado a 65°C

No. De Bandeja	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	% MST
1	210	23	187
2	316	30	286
3	395	50	345
4	405	80	325
5	355	45	310
6	280	32	248
	1961	260	1701

Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.2. Rendimiento de la harina de epicarpio de mango

- **Harina de epicarpio de mango procesada a 45°C**

$$\frac{0.255 \text{ Kg}}{1.969 \text{ Kg}} \times 100 = 12.95 = 13 \%$$

El 0.255 Kg es la suma de cada bandeja de epicarpio de mango ya deshidratado.

- **Harina de epicarpio de mango procesada a 55°C**

$$\frac{0.245 \text{ Kg}}{1.823 \text{ Kg}} \times 100 = 13.43 = 13 \%$$

El 0.245 Kg es la suma de cada bandeja de epicarpio de mango ya deshidratado.

- **Harina de epicarpio de mango procesada a 65°C**

$$\frac{0.228 \text{ Kg}}{1.681 \text{ Kg}} \times 100 = 13.56 = 14 \%$$

El 0.228 Kg es la suma de cada bandeja de epicarpio de mango ya deshidratado.

16.3. Resultados del análisis DPPH enviados por la Universidad Autónoma de México (UNAM)



Informe de Resultados
Laboratorio de Pruebas Biológicas
LSA del Instituto de Química, UNAM

Página 1 de 2

Nombre o razón social del usuario	MAYTHE DE LEÓN
Dirección del usuario	NO PROPORCIONADO
Prueba solicitada	Actividad atrapadora del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH)
Nombre de las muestras	Muestra # 1 (STE-7754) Muestra # 2 (STE-7755) Muestra # 3 (STE-7756) Fresco (STE-7757)
Fecha de recepción	2 de agosto del 2018
Fecha de realización del ensayo	15 de agosto del 2018
Vehículo	Agua
Concentraciones probadas	1, 10, 100 y 1000 µg/mL
Realizó	M. en C. Antonio Nieto Camacho



RESULTADOS

Del ensayo realizado a las muestras, se concluye que a las concentraciones de 100 y 1000 µg/mL, todas las muestras tienen efecto significativo ($P \leq 0.05$) como atrapador del radical libre DPPH (Tabla 1). Sin embargo la Muestra # 2 y Muestra # 3, mostraron una actividad significativa a la concentración de 10 µg/mL.

Tabla 1. Actividad atrapadora sobre el radical libre DPPH.

	Concentración de la muestra (µg/mL)	D.O. _{510 nm}	% de Reducción del DPPH
Control (DPPH 100 µM)	-	0.641±0.016	-
Muestra # 1. Deshidratado a 45°C (STE-7754)	1	0.663±0.021	-3.67±3.08
	10	0.607±0.014	5.21±1.35
	100	0.291±0.009**	54.30±2.28**
	1000	0.051±0.001**	95.10±0.28**
Muestra # 2. Deshidratado a 55°C (STE-7755)	1	0.632±0.006	1.02±1.83
	10	0.580±0.013*	8.79±1.75*
	100	0.251±0.022**	58.50±1.77**
	1000	0.034±0.001**	94.60±0.118**

FRP-LSA-IQUI-01-001



Informe de Resultados
Laboratorio de Pruebas Biológicas
LSA del Instituto de Química, UNAM

Página 2 de 2

Muestra # 3. Deshidratado a 65°C (STE-7756)	1	0.645±0.013	-0.85±2.07
	10	0.566±0.014**	11.60±1.55**
	100	0.208±0.015**	67.74±1.80**
	1000	0.033±0.001**	94.80±0.15**
Fresco (STE-7757)	1	0.645±0.008	-0.96±2.09
	10	0.618±0.009	3.36±1.89
	100	0.444±0.006**	30.55±1.43**
	1000	0.043±0.001**	93.25±0.25**

Los datos son el promedio de seis experimentos independientes con su respectivo error estándar. Los valores de $P \leq 0.05$ (*) y $P \leq 0.01$ (**) se consideraron como diferencia significativa (prueba de Dunnett).

Método para evaluar la actividad atrapadora del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH)

Se empleó la metodología descrita por Blois 1958 y Domínguez 2005 con algunas modificaciones. Se empleó etanol como diluyente para preparar las soluciones de la muestra a concentraciones de 10, 100 o 1000 µg/mL (concentración final). El ensayo se realizó en placas de 96 pozos. Se colocaron 50 µL de cada solución en cuatro pozos de la placa, posteriormente se adicionaron 150 µL de una solución etanólica de DPPH 133.33 µM (concentración final 100 µM). La placa se incubó a 37°C en oscuridad con agitación constante durante 30 minutos. Después se midió la densidad óptica de cada pozo a 515 nm en un lector de microplacas marca Bio-Tek modelo SYNERGY HT.

Referencias

- Blois M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 1958. **181 (4617)**, 1199-1200.
- Mariana Domínguez, Antonio Nieto, Juan C. Marín, Anna-Sigrid Keck, Elizabeth Jeffery y Carlos L. Céspedes. Antioxidant activities of extracts from *Barkleyanthus salicifolius* (Asteraceae) and *Penstemon gentianoides* (Scrophulariaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, **53**, 5889-5895.

Atentamente

Dr. Baldomero Esquivel Rodríguez
Secretario Técnico



FRP-LSA-IQUI-01-001

Fuente: Laboratorio de pruebas biológicas, Instituto de Química, UNAM

16.4. Resultados del diseño estadístico

16.4.1. Cuadro No. 13: Datos para el diseño estadístico de bloques al azar

T R A T A M I E N T O S	Temperatura	BLOQUES					
		1	10	100	1000	Σ	Σ^2
A (45°C)	0.663	0.607	0.291	0.031	1.587	2.51857	
B (55°C)	0.632	0.58	0.251	0.034	1.497	2.24101	
C (65°C)	0.645	0.566	0.208	0.033	1.452	2.1083	
D (Testigo Fresco)	0.645	0.618	0.444	0.043	1.75	3.0625	
Σ	2.585	2.371	1.194	0.141			6.291
Σ^2	6.68223	5.62164	1.42564	0.01988			13.74939
					6.286	9.93038	

Fuente: elaboración propia, fase experimental, 2018

Nota: Para completar la tabla se utilizaron los límites superiores de **D.0. 515nm**, en concentración que se utilizaron como bloques y las temperaturas como tratamientos.

16.4.2. Cuadro No. 15: Diseño estadístico de bloques al azar

$$FC = \frac{\Sigma(\text{total})^2}{n} = \frac{(6.286)^2}{16} = 2.46961$$

CV	SC	GL	CM	FC	FT	
Tratamiento	0.01350	3	0.00450	1.9796	5.078	No hay diferencia significativa
Bloque	0.96774	3	0.32258	141.9057	5.078	Existe diferencia Significativa
Error	0.02046	9	0.0022732			
Total	1.0017					

Fuente: elaboración propia, fase experimental, 2018

$$SC \text{ Trat} = \frac{\sum(\sum \text{Tratamientos})^2 - Fc}{\# \text{ de bloques}} = \frac{9.93038 - 2.46961}{4} = 0.01350$$

$$SC \text{ Bloque} = \frac{\sum(\sum \text{bloques})^2 - Fc}{\# \text{ de tratamientos}} = \frac{13.74939 - 2.46961}{4} = 0.96774$$

$$SC \text{ Total} = \sum (\text{dato})^2 - Fc = 3.47131 - 2.46961 = 1.0017$$

16.5. Fotografías del proceso de la elaboración de harina de epicarpio de mango

16.5.1. Árbol de Mango de la Variedad Tommy Atkins, de la Finca Flores Acapan.



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.2. Frutos de Mango de la Variedad Tommy Atkins



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.3. Medición de grados brix del fruto a enviar analizar



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.4. Epicarpio de mango, en bandejas para procesarlo.



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.5. Bandeja con epicarpio de mango con balaza



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.6. Molienda del epicarpio de mango



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.7. Muestra de las tres harinas enviadas



Fuente: elaboración propia, fase experimental (2018).

16.5.8. Llegada de la encomienda a la UNAM



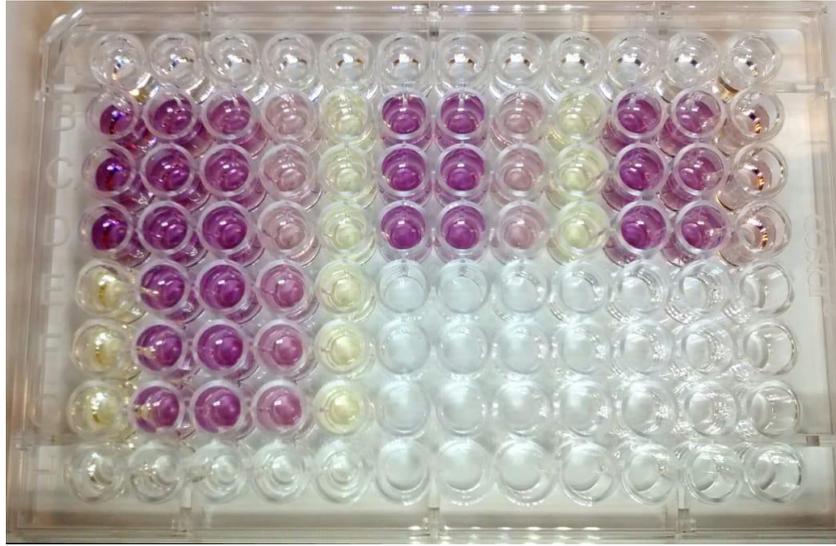
Fuente: Laboratorio de Pruebas Biológica, Instituto de Química, UNAM, fase experimental (2018).

16.5.9. Sección del epicarpio de mango analizado por el método DPPH



Fuente: Laboratorio de Pruebas Biológica, Instituto de Química, UNAM, fase experimental (2018).

16.5.10. Placa de resultados de la prueba de DPPH



Fuente: Laboratorio de Pruebas Biológica, Instituto de Química, UNAM, fase experimental (2018).



Mazatenango, 18 de octubre de 2018

Señores miembros
Comité de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario del Sur – Occidente

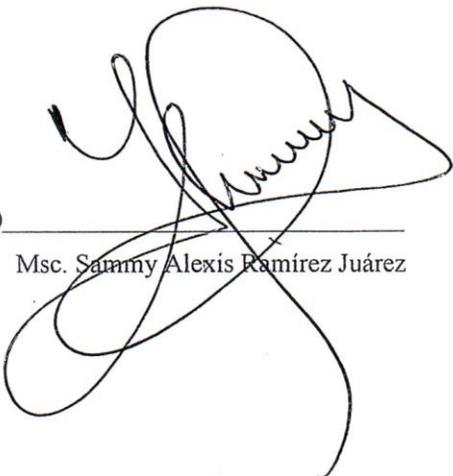
Les escribo deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hacemos constar que nosotros, Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla y Msc. Sammy Alexis Ramírez Juárez, asesores de la estudiante Rubby Maythé de León Monzón quien se identifica con el número de carnet 200945915, hemos revisado el documento de seminario II con el tema “**DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (POLIFENOLES) DE HARINA DE EPICARPIO DE MANGO (Mangifera indica L) TOMMY ATKINS**”. Y estamos de acuerdo con el contenido del mismo por lo que aprobamos su presentación ante la terna evaluadora.

Sin otro particular, me despido de ustedes

Deferentemente

(f) 
Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla

(f) 
Msc. Sammy Alexis Ramírez Juárez



Mazatenango, 18 de febrero de 2019

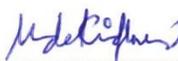
Para:
Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
USAC – CUNSUROC
Presente

Estimados profesionales:

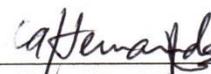
Les saludamos deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Mediante la presente se hace constar que se ha revisado el documento de trabajo de graduación correspondiente a la evaluación de seminario II, titulado: “DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HARINA DE EPICARPIO DE MANGO”, perteneciente al estudiante: Rubby Maythé de León Monzón identificado con el número de Carné 200945913, el cual presenta los requisitos establecidos de redacción, por lo que aprobamos su contenido, para que proceda con los trámites correspondientes.

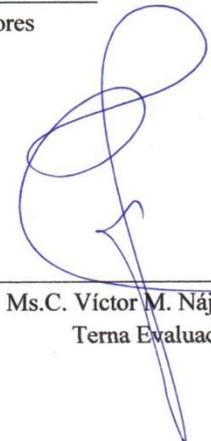
Deferentemente,

(f) 

Dr. Marco A. Del Cid Flores
Terna Evaluadora

(f) 

Ing. Carlos Hernández
Terna Evaluadora

(f) 

Ms.C. Víctor M. Nájera Toledo
Terna Evaluadora

M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC – USAC –
Presente

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de seminario II del Trabajo de Graduación titulado **DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA HARINA DEL EPICARPIO DE MANGO**, de la estudiante **RUBBY MAYTHE DE LEÓN MONZON** quien se identifica con No. de carné **200945913**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente,



Ing. Marvin Manolo Sánchez López

Secretario de comisión de trabajo de graduación



Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director del Centro Universitario del Sur-Occidente
CUNSUROC – USAC
Presente

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC -, de la Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC -, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado **DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA HARINA DEL EPICARPIO DE MANGO**, de la estudiante **RUBBY MAYTHE DE LEÓN MONZON** quien se identifica con No. de carné **200945913**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente,



M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-09-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, siete de octubre de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, **“DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA HARINA DEL EPICARPIO DE MANGO”** de la estudiante **Rubby Maythé De León Monzón**, carné No. **200945913**. CUI: **2658 38363 1001** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director - CUNSUROC - USAC



/gris