

---

---

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

---

---



**Propiedades antimicrobianas de cuatro extractos de almendra del mango**  
***Mangifera indica L.***

---

---

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN  
BIOLOGÍA

PRESENTA

JESUS FERNANDO GUERRERO RODRIGUEZ

Las Agujas, Zapopan, Jalisco

Marzo del 2010

---

---



**Universidad de Guadalajara**  
**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

*Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura en Biología*

1300/ C. C.BIOLOGÍA

C. Jesús Fernando Guerrero Rodríguez

**PRESENTE**

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido **aprobado** su tema de titulación en la modalidad de: **Tesis e Informes Opción Tesis**: con el título: **“Propiedades antimicrobianas de los diferentes extractos de semilla del hueso de mango *Mangifera indica* L.”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo el/la: **Dr. Alfonso Enrique Islas Rodríguez** y como asesor el **Dr. Marcelo Funes Gallanzi**.

Sin más por el momento, le envío un afectuoso saludo.

**ATENTAMENTE**

**“PIENSA Y TRABAJA”**

Las Agujas, Zapopan., 12 de marzo del 2008.

**DR. FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA


**M en C. GLORIA PARADA BARRERA**  
**SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

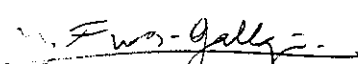
Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha  
 Presidente del Comité de Titulación.  
 Licenciatura en Biología.  
 CUCBA.  
 Presente


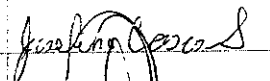
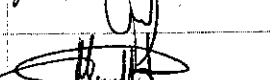
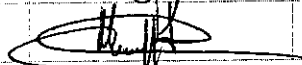
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad tesis o informes, opción tesis con el título: "propiedades antimicrobianas de cuatro extractos de almendra del mango *Mangifera indica L.*" que realizó el pasante Jesús Fernando Guerrero Rodríguez con número de código B02008203 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Km 15.5 Carretera a Nogales, Predio las Agujas, Zapopan, Jalisco  
 17 de diciembre del 2009

  
 Dr. Alfonso Enrique Islas Rodríguez  
 Director del trabajo,

  
 Dr. Marcelo Funes-Gallanzi  
 Asesor

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
M. en C. Héctor Guillermo Ochoa Ruiz		17/12/09
Dra. Josefina Casas Solís		17/12/09
Dr. Arturo Orozco Barocio		17/dic/2009
M. en C. Gregorio Nieves Hernández		17/dic/09

CO  
 TITU

LIC  
 EN

2/3

0

## **SEDE DEL ESTUDIO**

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Péptidos Naturales del Departamento de Biología Celular y Molecular del CUCBA UdeG.

## **DEPENDENCIAS E INSTITUCIONES PARTICIPANES**

Instituto de Madera, Celulosa y Papel, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

Este trabajo fue financiado en parte por la empresa AVNTK S. C.

Director de Tesis: **Dr. Alfonso Enrique Islas Rodríguez.**

Asesor de Tesis: **Dr. Marcelo Funes Gallanzi.**

## **Agradecimientos.**

A mis padres Lilia y Ernesto por darme la vida, amor, y todo el apoyo incondicional que me han dado.

A mis hermanos Edgar y Liliana, por su cariño y el tiempo compartido juntos.

A Mariana por su amor, apoyo, pláticas y tiempo que ha compartido conmigo.

Al Dr. Alfonso Islas, por su dedicación a la enseñanza, apoyo y amistad que me brindo.

A mis amigos por sus críticas “constructivas” que me hacían pensar.

A la Universidad de Guadalajara y sus maestros por haberme formado profesionalmente.

Al Dr. Marcelo Funes, por su apoyo para la realización de esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>1. RESUMEN</b>	1
<b>2. INTRODUCCION</b>	2
<b>3. ANTECEDENTES</b>	5
3.1 Generalidades del mango	5
3.1.1 Producción mango	8
3.2 Usos del mango	9
3.2.1 Pulpa	10
3.2.2 Semilla	12
3.2.3 Corteza del tallo	15
3.2.4 Cáscara del fruto	16
3.2.5 Hojas	16
3.2.6 Flores	17
3.3 Polifenoles	18
3.3.1 Clasificación	19
3.4 Principales polifenoles del mango	21
3.4.1 Mangiferina	21
3.4.2 Flavonoides	22
3.4.3 Fenoles y Ácidos fenólicos	23
3.4.4 Taninos	25
<b>4. JUSTIFICACION</b>	27
<b>5. OBJETIVO GENERAL</b>	28
5.1 Objetivos particulares	28
<b>6. HIPOTESIS</b>	29
<b>7. METODOLOGIA</b>	30
<b>8. MATERIALES Y METODOS</b>	31
8.1 Extracción	31
8.2 Bioensayo Microbiológico	32
8.3 Análisis de los datos	33
<b>9. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	34
9.1 Extractos	34
9.2 Propiedades antimicrobianas	34
<b>10. CONCLUSIONES</b>	44
<b>REFERENCIAS.</b>	46

## INDICE DE FIGURAS TABLAS Y GRAFICOS

	Pág.
<b>FIGURAS</b>	
Figura 1. Arbol del mango	6
Figura 2. Mango variedad Tommy Atkins	7
Figura 3. Semilla y almendra del mango	12
Figura 4. Separación de los galotaninos por HPLC	14
Figura 5. Ruta del ácido siquímico	19
Figura 6. Clasificación de polifenoles	20
Figura 7. Estructura química de la mangiferina	21
Figura 8. Estructura química del flavonoide kaempferol	22
Figura 9. Estructura química del flavonoide quercetina	22
Figura 10. Estructura química de una antocianidina	23
Figura 11. Estructura química de la vainillina	23
Figura 12. Estructura química del ácido gálico	24
Figura 13. Estructura química del ácido cafeico	24
Figura 14. Estructura química del ácido ferúlico	25
Figura 15. Estructura química de la procianidina	26
Figura 16. Esquema general de la metodología	30
Figura 17. Caja de petri con el resultado del bioensayo de EA1 contra <i>E. coli</i>	43
Figura 18. Caja de petri con el resultado del bioensayo de EE1 contra <i>E. coli</i>	43
<b>TABLAS</b>	
Tabla 1. Posición taxonómica del mango	5
Tabla 2. Producción agrícola (por toneladas) por Estados de mango	9
Tabla 3. Composición y valor nutritivo del mango	11
Tabla 4. Composición química de un extracto etanólico de almendra de mango	13
Tabla 5. Concentración mínima inhibitoria de los cuatro extractos	42
<b>GRAFICOS</b>	
Grafico 1. Porcentaje de producción de mango mundial	8
Grafico 2. Porcentaje de exportadores de mango mundial	8
Grafico 3. Grafico del promedio de UFC de <i>S. aureus</i> con los cuatro extractos	35
Grafico 4. Grafico del promedio de UFC de <i>E. coli</i> con los cuatro extractos	35
Grafico 5. Grafico con los resultados de los experimentos de EA1 contra <i>S. aureus</i>	37
Grafico 6. Grafico con los resultados de los experimentos de EA2 contra <i>S. aureus</i>	37
Grafico 7. Grafico con los resultados de los experimentos de EE1 contra <i>S. aureus</i>	38
Grafico 8. Grafico con los resultados de los experimentos de EE2 contra <i>S. aureus</i>	38
Grafico 9. Grafico con los resultados de los experimentos de EA1 contra <i>E. coli</i>	39
Grafico 10. Grafico con los resultados de los experimentos de EA2 contra <i>E. coli</i>	39
Grafico 11. Grafico con los resultados de los experimentos de EE1 contra <i>E. coli</i>	40
Grafico 12. con los resultados de los experimentos de EE2 contra <i>E. coli</i>	40

## **ABREVIATURAS.**

**EASM:** Extractos de semilla de almendra de mango.

**UFC:** Unidades formadoras de colonias.

**EA1:** Extracto de almendra en agua.

**EA2:** Extracto de almendra en agua previamente liberado de grasas con hexano.

**EE1:** Extracto de almendra en etanol.

**EE2:** Extracto de almendra en etanol previamente liberado de grasas con hexano.

**PPM:** Partes por millón.

**CMI:** Concentración mínima inhibitoria.



## I. RESUMEN.

México es uno de los principales países productores del árbol del mango, lo que implica un gran potencial para la obtención de polifenoles presentes en el fruto. Diversos estudios han concluido que los polifenoles tienen actividad antimicrobiana y antioxidante. Los polifenoles presentes en la almendra del mango constituyen una gran fuente de antioxidantes y sustancias microbicidas que pueden ser utilizados tanto en la industria farmacéutica como en la alimentaria.

En este estudio se obtuvieron cuatro extractos diferentes de la almendra de semilla del mango variedad tommy atkins proveniente de Nayarit. Dos etanólicos y dos acuosos. Con la finalidad de comprobar la actividad antimicrobiana de los extractos, se utilizó un bioensayo (Peck *et al.* 2002, Dalgaard *et al.* 1994) basado en las unidades formadoras de colonias (UFC), en contra de dos bacterias: Gram-positiva: *Staphylococcus aureus* y Gram-negativa: *Escherichia coli*.

Los resultados obtenidos mostraron que los extractos inhibieron preferentemente el crecimiento de *S. aureus*, más que el de *E. coli*, al que también inhibieron. Los extractos etanólicos inhibieron el crecimiento de las mencionadas cepas, a menor concentración, en comparación con los extractos acuosos.

Es deseable seguir con esta investigación, con el fin de lograr la identificación de los polifenoles del mango variedad tommy atkins y de otras variedades cultivadas en México, así como estudiar su posible aplicación biomédica y alimentaria.

## 2. INTRODUCCION

Las plantas como todo ser vivo, tienen estrategias de defensa contra los microorganismos invasores, y los extractos de estas han sido una fuente de moléculas antimicrobianas, que pueden usarse como alternativa, ante la creciente resistencia de las bacterias a la penicilina y sus derivados. Además, estas moléculas pueden ser usadas como sustancias bacteriostáticas que preservan los alimentos, de una manera más sustentable y no tóxica (Anghe, J.E. 2006).

Las plantas han sido usadas por la humanidad desde hace miles de años, por sus diferentes propiedades nutricionales y medicinales. Por ejemplo, hay evidencias de que los individuos de la época Neandertal, que vivieron hace 60.000 años, usaban flores como la malva (*Malva sylvestris L.*) como agente medicinal. El empleo de medicinas naturales estuvo mucho tiempo ligado con ritos mágicos y religiosos (Cowan, 1999).

La aparición de los antibióticos betalactámicos en los años 40, inhibió el uso de derivados de plantas como una fuente de antimicrobianos. Pero la gran cantidad de microorganismos que se están volviendo resistentes a los betalactámicos actuales, impulsa la búsqueda de nuevas formas de controlarlos. Por lo anterior, el uso de antimicrobianos presentes en extractos de plantas puede ser una alternativa de tratamiento médico, y ha tenido gran auge desde la década de los 90 (Cowan, 1999, Adomi, 2006).

Efectivamente las actividades antimicrobianas de los extractos y aceites de plantas han formado las bases de aplicaciones, en la preservación de alimentos crudos y procesados, productos farmacéuticos, medicina alternativa y terapias naturales (Hammer *et al.* 1999).

Aunque los antimicrobianos de extractos de plantas se pueden utilizar como conservadores de alimentos, hasta ahora los preservativos químicos son los más utilizados y aunque parecen eficaces, diversos estudios muestran su genotóxicidad; por ejemplo, se ha demostrado que los conservadores más utilizados como el benzoato de sodio y el sorbato de potasio son tóxicos y genotóxicos (Turkoglu 2006, Mpountoukas

2008). También se ha demostrado que el benzoato de sodio es neurotóxico y nefrotóxico en larvas del pez cebra (*Danio rerio*) (Huey-yen 2007).

En latitudes tropicales y subtropicales como la de nuestro país, el mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical muy popular, por su sabroso y carnoso mesocarpio o pulpa (Vandrendriessche, 1976).

Las hojas, las flores secas, las frutas verdes, las semillas, la corteza y la gomorresina del árbol del mango se usan medicinalmente para el tratamiento de una gran variedad de enfermedades en la India, las Filipinas, el oeste de África y en la América Central (Parrotta, 1993).

Se han reportado estudios experimentales, sobre las propiedades antimicrobianas de extractos de almendra de semilla de mango (EASM). También hay estudios que demuestran que la almendra del mango (*M. indica* L.) tiene propiedades antioxidantes. Por lo anterior, se sugiere utilizar este extracto como aditivo en alimentos (Puravankara 2000, Kabuki *et al.* 2000, Berardini *et al.* 2004, Abadilla *et al.* 2007).

Las propiedades antimicrobianas y antioxidantes de los EASM, se le atribuyen a los polifenoles a, en especial a los galotaninos (Kabuki *et al.* 2000, Berardini *et al.* 2004).

Esta muy bien documentado que los polifenoles tienen una gran actividad microbicida contra un gran número de bacterias patógenas. Los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos con funciones hidroxilicas. Estas moléculas son metabolitos secundarios de las plantas y generalmente su función es la defensa contra las radiaciones ultravioletas y las agresiones por patógenos (Scalbert 1991, Cowan 1999, Gutiérrez 2002, Manach *et al.* 2004).

En el 2007, México ocupó el cuarto lugar en volumen de producción de mango a nivel mundial (FAO 2007), por lo tanto constituye una gran fuente de polifenoles derivados de extractos de almendra de semilla mango.

Por todo lo anterior, en este estudio se evaluó la actividad antimicrobiana de 4 diferentes extractos de semilla de mango variedad Tommy Atkins, en contra de dos tipos de bacterias; Gram-positiva: *Staphylococcus aureus* y Gram-negativa: *Escherichia coli*, por medio del bioensayo de inhibición de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) (Peck 2002). Los extractos probados son: 1. Extracto de almendra en agua (EA1), 2. Extracto de almendra en agua previamente liberado de grasas con hexano (EA2), 3. Extracto de Almendra en etanol (EE1), y 4. Extracto de Almendra en Etanol previamente liberado en grasas con Hexano (EE2).

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Generalidades del mango (*Mangifera indica L.*)

De la familia de las Anacardiáceas, como el anacardo (nuez de la India) (*Anacardium occidentale L.*) y el pistacho (*Pistacia vera L.*), el árbol del mango es indudablemente la especie de mayor importancia, tanto por su distribución mundial; entre 33° de latitud Sur y 36°, como su valor económico. Se cultiva actualmente en más de cien países, es el quinto fruto de consumo mundial y tercero entre los países tropicales (Galan 1999).

Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Rosidae
Orden:	Sapindales
Suborden:	Anacardiineae
Familia:	Anacardiaceae
Género:	Mangifera
Especie:	Indica

TABLA 1. Posición taxonómica del mango.

El género *Mangifera* comprende 69 especies, su origen es en el Sudeste de Asia, va desde los 27° de latitud Norte hasta casi los 5° sobre el ecuador y desde Sri Lanka hasta las Islas Carolinas. Una clasificación de las variedades del mango, propuestas por Popenoe, considera su origen y características y las divide en dos grandes grupos: hindú e indochino (Linz 1997, Galan 1999).

El mango se cultiva desde tiempos muy remotos, de hecho, algunos botánicos estiman que esta planta fue domesticada por el hombre desde hace 6000 años. La palabra de la lengua sánscrita para el mango es "amra" que significa perteneciente a la gente (Galan 1999).

En México la introducción del mango se inició en 1797, cuando la variedad Manila fue introducida por los españoles al puerto de Acapulco, proveniente de Filipinas. Posteriormente se trajeron otras variedades por Antillas a las costas del Golfo de

México y de allí se extendió a todas las regiones del país que poseen condiciones ambientales para su desarrollo (Hernández 2008).

El árbol es una planta de hoja perenne que puede alcanzar en los trópicos hasta cuarenta metros de altura, pero en los subtropicos difícilmente alcanza los diez metros, es un monopodio porque se apoya en un solo tronco, manteniéndose su tronco bien individualizado a lo largo de la vida del árbol por medio de un crecimiento regular apical siguiendo un eje. La corteza es de color pardo – gris pálido, suave pero en ocasiones, particularmente en árboles estresados o envejecidos, se encuentra muy resquebrajada (Galan 1999).



Figura 1.- Arbol del mango

El área de distribución natural del mango se caracteriza por una precipitación anual de entre 1500 y 2600 mm, con una estación seca de 4 a 5 meses entre noviembre y marzo, la humedad excesiva es perjudicial para la producción de la fruta, y los mejores rendimientos proceden de sitios que reciben entre 750 y 1300 mm. de precipitación con una estación seca bien definida durante el período de la florecencia. En su área de distribución natural, las temperaturas anuales promedio oscilan entre 24 y 27 ° C., con temperaturas mínimas promedio de entre 11 y 17 ° C. y temperaturas máximas promedio de entre 32 a 34 ° C., y el rango de temperatura ideal para el buen crecimiento de la fruta sería entre 27 y 36° C. (Parrotta, 1993, Galan 1999).

Es una planta monoica, es decir que tiene las estructuras reproductoras, tanto masculinas como femeninas en el mismo individuo, pero polígama. Las flores son pequeñas, entre 5-10 mm. de diámetro. Las hojas son alternas, dispuestas en espiral, simples, enteras, algo coriáceas, de forma variable entre elípticas y lanceoladas y oscilan entre 8 y 40 cm. de longitud (Galan 1999).

El fruto posee una pulpa o mesocarpio comestible, fibroso o no, de grosor variable según cultivares y condiciones de cultivo y con un sabor que se extiende en una amplia gama desde un sabor picante como la trementina hasta dulce, pasando por diversos grados de acidez y puede contener uno o mas embriones. Los mangos salvajes son pequeños con un sabor muy ácido, poco mesocarpio, semilla grande, fibrosos y sustancias resinosas astringentes que incluso pueden ser venenosas en algunas especies. La semilla es ovoide, oblonga, alargada y se encuentra recubierta por un endocarpio fibroso (Mukherjee 1972, Galan 1999).

El grupo indochino se caracteriza por su fruta aplanada y en forma de riñón, y su cáscara es de color verde o amarilla con un poco o no de color rojo, y sus semillas son poliembriónicas. El grupo hindú generalmente es de color rojo, su semilla es monoembriónica y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales (Rieger 2006).



**Figura 2.** Mango variedad Tommy Atkins

Las variedades actualmente cultivadas en México son; Haden, Tommy Atkins, Kent, Keitt, Ataulfo, Zill, Sensation, Oro, Manila, Manililla y otros criollos (Rivera 2006).

### 3.1.1 Producción mango

La producción mundial de mango para el año 2007 fue de 33, 445,279 toneladas de las cuales el 40% es generado por la India como principal país productor. México ocupó el cuarto lugar en el mundo durante el mismo año contribuyendo apenas con el 6% de la producción mundial y fue el primer exportador seguido por la India y Brasil en el año del 2005 (Hernández 2008, <http://faostat.fao.org/>).

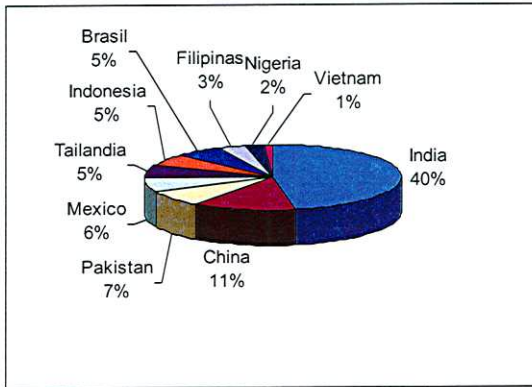


Gráfico 1. Porcentaje de producción de mango mundial. <http://faostat.fao.org/>

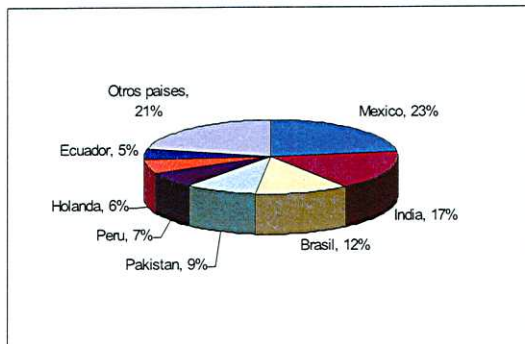


Gráfico 2. Porcentaje de exportadores de mango mundial. <http://faostat.fao.org/>



Los principales estados productores de mango en el año 2007 fueron: Sinaloa, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Chiapas y Michoacán, siendo la producción total de 1, 643,355.37 toneladas como se observa en la siguiente tabla:

Ubicación	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor Producción (Miles de Pesos)
SINALOA	27,422.50	26,781.50	<b>334,292.90</b>	12.48	540,590.65
GUERRERO	21,840.30	21,566.30	<b>297,646.39</b>	13.8	1,524,973.17
NAYARIT	21,173.37	21,157.87	<b>243,183.98</b>	11.49	408,286.20
OAXACA	17,998.00	17,529.00	<b>186,033.06</b>	10.61	263,431.21
CHIAPAS	23,924.18	21,664.93	<b>149,394.95</b>	6.9	413,287.62
MICHOACAN	24,052.28	22,520.24	<b>133,248.84</b>	5.92	300,156.01
VERACRUZ	26,064.05	24,012.05	129,216.73	5.38	273,804.81
COLIMA	3,827.00	3,554.00	50,266.20	14.14	98,276.74
JALISCO	5,376.50	4,969.50	47,221.00	9.5	100,528.23
CAMPECHE	2,661.00	2,478.50	33,248.00	13.42	53,189.66
TAMAULIPAS	1,084.00	1,084.00	9,638.00	8.89	25,797.20
BAJA CALIFORNIA SUR	1,189.75	741.75	7,256.47	9.78	24,136.16
MORELOS	456	451	6,962.20	15.44	29,139.40
MEXICO	523.5	523.5	4,239.00	8.1	15,888.30
YUCATAN	414.5	382	3,961.40	10.37	6,645.20
SAN LUIS POTOSI	220	220	2,385.50	10.84	3,052.44
TABASCO	309	308	1,991.00	6.46	5,793.10
DURANGO	322	322	1,013.50	3.15	6,807.45
HIDALGO	102	102	782.5	7.67	2,279.82
PUEBLA	77	77	633	8.22	1,874.50
QUERETARO	68	68	385	5.66	1,333.00
SONORA	79	10	220	22	352
ZACATECAS	26	26	135.75	5.22	745.32
	<b>179,209.93</b>	<b>170,549.14</b>	<b>1,643,355.37</b>	<b>9.64</b>	<b>4,100,368.19</b>

Tabla 2.-Producción agrícola (por toneladas) por Estados de mango. Anuario 2007. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)

### 3.2 Usos del mango.

En su área de origen el árbol de mango es sumamente valorado, ya que además del fruto todas las partes de la planta son aprovechables y de hecho se utilizan. Así, la madera, aunque no de excelente calidad, puede emplearse, tras adecuado tratamiento preventivo, entre otros destinos para marcos de ventana, implementos agrícolas, lanchas, tacones de zapatos y proporciona además un buen carbón. (Galan 1999).

El mango es un excelente árbol de sombra robusto y se siembra extensamente en áreas urbanas y rurales. Es un componente muy popular de jardines caseros en toda su distribución de América tropical. El árbol es una parte importante para las abejas, que se alimentan del abundante néctar producido por las flores (Parrotta, 1993).

El genero *Mangifera indica L.* ha sido utilizada ampliamente en la etnomedicina de los países tropicales y subtropicales con diferentes indicaciones de uso tanto con sus partes aéreas y sus partes leñosas.

### 3.2.1 Pulpa.

El fruto del mango es comúnmente referido como el rey de las frutas. A pesar de todos los usos que se le dan al árbol, este es sembrado principalmente por su fruta (Puravankara 2000).

La parte comestible (pulpa) del fruto total corresponde entre el 60 y 75%. El componente mayoritario es el agua en un 84%. El fruto en su gran mayoría es consumido fresco por su gran sabor y además por su gran valor nutricional, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Composición (por 100gr pulpa)	Morton, op cit. 1 (1)	Srivastava (1967)	
		Mango verde	Mango maduro
Calorías	62.1 - 63.7	39	50 - 60
Humedad	78.9 - 82.8 gr.	90 gr.	86.1 gr.
Proteínas	0.36 - 0.40 gr.	0.7 gr.	0.6 gr.
Grasa	0.30 - 0.53 gr.	0.1 gr.	0.1 gr.
Hidratos de carbono	16.20 - 17.18 gr.	8.8 gr.	11.8 gr.
Fibra	0.85 - 1.06 gr.	-	1.1 gr.
Ceniza	0.34 - 0.52 gr.	-	-
Calcio	6.1 - 12.8 mg.	0.01 gr.	0.01 gr.
Fósforo	5.5 - 17.9 mg.	0.02 gr.	0.02 gr.
Hierro	0.20 - 0.63 mg.	450 mg.	30 mg.
Vitamina A	0.135 - 1.872 mg.	150 U.I.	4800 U.I.
Tiamina	0.020 - 0.073 mg.	-	0.04 mg.
Riboflavina	0.025 - 0.068 mg.	0.03 mg.	0.05 mg.
Niacina	0.025 - 0.707 mg.	-	-
Ácido ascórbico	7.8 - 172 mg.	3 mg.	13 mg.
Metionina	3 - 6 mg.	-	-
Triptófano	32 - 37 mg.	-	-
Lisina	-	-	-
Ácido nicotínico	-	-	0.3 mg.

Tabla 3.- Composición y valor nutritivo del mango (Galan 1999). (1) valores extraídos de diversos análisis hechos en Cuba, América Central, África e India. - significa sin datos.

La pulpa se procesa en diferentes subproductos como: jugo, néctar, salsas de frutas, cóctel de frutas, deshidratado, vino, jarabe, vinagre, yogurt, helados dulces, enlatada, etc. Con un gran mercado en todo el mundo. En la India se prepara un condimento que es a partir de mangos verdes secos y molidos llamado amchur. En Indonesia se usa para hacer vinagre y un tipo de coñac (Parrota 1993, Galan 1999).

La fruta verde y seca se usa como un fijador o mordiente para tintes de origen vegetal (Parrota 1993).

Para comprobar las propiedades antimicrobianas de un extracto del polvo de la pulpa verde del mango (amchur), se hizo un extracto con 50% de etanol. Se utilizaron siete cepas de bacterias gram-positivas y tres gram-negativas que generalmente contaminan los alimentos. Los resultados demostraron que el extracto es efectivo contra ambos grupos de bacterias, inhibiendo más a *Staphylococcus aureus*. Concluyen con que la acidificación y los terpenoides que contiene el amchur son los que le dan estas propiedades. (Gupta *et al* 2008).

### 3.2.2. Semilla.

En la india se utiliza como alimento para ganado, aunque su contenido en minerales es muy bajo, siendo su principal valor el aporte de fibra. También en tiempos de hambruna, la almendra se hierva y sirve como alimento para las personas, por lo tanto no es considerada tóxica. La almendra es suministrada a los niños como un antihelmíntico (Galan 1999).

Por su alto contenido en ácido esteárico, es utilizada para producir jabones. Una vez que son extraídos los compuestos grasos se usa como fertilizantes (Galan 1999, Puravankara 2000, Aderibigbe *et al* 2001).

La semilla seca se procesa y con ella se fabrica una harina que es adicionada con la de trigo, teniendo esta un gran potencial en la industria panadera internacional. Se han hecho estudios sobre las propiedades toxicológicas de esta harina y ha sido considerada segura: En ratas alimentadas con 100gr de la almendra por Kg de peso de la rata, no le produjo ningún efecto tóxico. Además, si una persona de 70 Kg., de peso consume entre 0.4 - 0.8 Kg., de harina de semilla de mango tampoco le causa ningún daño, por lo que es considerada segura (Arogha 2001, Soong *et al.* 2004).



**Figura 3.-** semilla y almendra del mango.

La grasa que contiene la almendra de la semilla del mango es una gran fuente para la producción de aceite comestible (Rukmini *et al* 1984).

Por muchas décadas en México y otras regiones productoras, la semilla del mango ha sido considerada como basura., mientras que en Asia, se han interesado en la grasa que compone la almendra, debido a su uso como sustituto de la manteca de cacao en la industria confitera y pastelera, con el subsecuente beneficio económico (Arogba 1997, Arogba 2000, Beuchat 1994, Hara *et al* 1989, Puravankara 2000).

Gracias a las propiedades antioxidativas de varios tipos de fosfolípidos y compuestos fenólicos como los galotaninos de un extracto de la almendra del mango extiende la vida de anaquel de un queso fresco de búfalo, por lo tanto el extracto constituye una fuente de antioxidantes naturales (Parmar *et al* 1990).

Se hizo un estudio para comprobar las propiedades antimicrobianas de un extracto etanólico de la almendra, en contra 18 especies y 43 cepas de bacterias gram-positivas y gram-negativas que generalmente contaminan los alimentos. El extracto demostró tener mayor actividad en contra de las gram-positivas, además de ser estable a cambios de pH de 3.0 – 9.0 y a temperaturas de 121 a -20° C. (Kabuki *et al.* 2000).

En la siguiente tabla se muestra la composición química del extracto etanólico en el experimento de Kabuki *et al.* 2000:

COMPONENTE	PESO (base seca mg/100 mg)
Carbohidratos	21.7
Nitrógeno total	3.1
Cenizas	1.6
Lípidos	0.5
Polifenoles	79.5

Tabla 4.- Composición química de un extracto etanólico de almendra de mango (Kabuki *et al.* 2000).

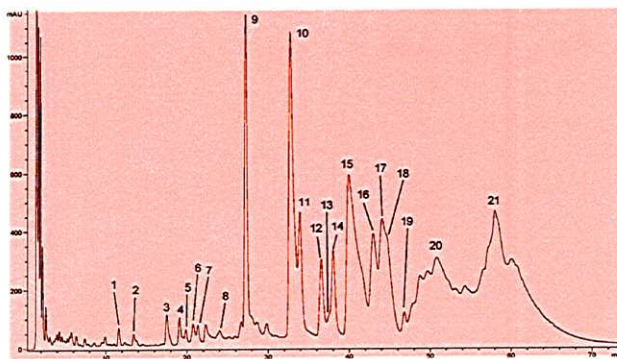
En otra investigación se reportaron las propiedades antimicrobianas y antioxidativas de un combinado de extracto y aceite de almendra de mango. La adición de estos dos en aceite de girasol incremento la estabilidad antioxidativa, haciendo mas larga su vida de anaquel. También fue posible mejorar el tiempo de anaquel de papas fritas en aceite de girasol con los aditivos del mango. Además, fue posible preservar papas rebanadas sumergidas en agua con extracto y aceite mango, comparado con un antioxidante artificial. Por otro lado el extracto inhibió el crecimiento de bacterias en leche de vaca

pasteurizada extendiendo su vida de almacén. Por lo tanto el extracto y aceite de almendra de mango puede ser usado como un antioxidante y antimicrobiano natural de alimentos (Abadilla *et al.* 2007).

Las semillas son las que han demostrado tener mayor actividad antioxidativa y compuestos polifenólicos que las demás partes del fruto y del árbol. Se concluye que los compuestos polifenólicos como los galotaninos, son los responsables de la capacidad antioxidativa y antimicrobiana (Soong *et al.* 2004, Berardini *et al.* 2004).

Los principales compuestos polifenólicos presentes en la semilla son; los taninos, ácido gálico, coumarinas, ácido cafeico, vainillina, mangiferina, ácido ferúlico y ácido cinámico (Masibo *et al.* 2008).

En un estudio se analizaron los compuestos polifenólicos extraídos de la almendra del mango variedad Tommy atkins con el fin de encontrar la actividad microbicida. En separación por HPLC, se identificaron todos los galotaninos compuestos de glucosa y de 4 a 9 fracciones de ácido gálico, este estudio demostró los mismos resultados reportados por Kabuki *et al.*, siendo los picos 1 y 2 los que demostraron tener la actividad antimicrobiana, (Figura 4).



**Figura 4.** - separación de los galotaninos por HPLC (280nm). Numero de los picos: (1)-(5) tetra-O-galloyl-glucosa, (6) penta-O-galloyl-glucosa, (7) tetra-Ogalloyl-glucosa, (8)-(9) penta-O-galloyl-glucosa, (10)-(14) hexa-O-galloyl-glucosa, (15)-(19) hepta-O-galloyl-glucosa, (20) octa-O-galloyl-glucosa, (21) nona-O-galloylglucosa (Berardini *et al.* 2004).

En otro experimento, se hizo una dieta para peces de la especie *Labeo rohita* a base de una harina de la almendra del mango. Los peces se infectaron con *Aeromonas hydrophila*, es una bacteria gram-negativa que causa una gran mortalidad en los peces y tiene una alta resistencia a los antibióticos convencionales. Los resultados demostraron que el grupo alimentado con la harina de mango tuvo una mayor actividad en la fagocitosis, teniendo así menor mortalidad que los peces del control. Estos resultados indican que la almendra del mango estimula el sistema inmune de los peces *Labeo rohita* (Swagatika *et al* 2007).

### 3.2.3. Corteza del tallo.

La corteza contiene un tinte de color amarillo que se utiliza para darle color al algodón, a la seda y a la lana. Se produce un polvo a partir de la corteza, que se mezcla con otros ingredientes usados para vidriar alfarería. También se le extraen sus taninos los cuales son utilizados en la industria de curtido de piel (Parrotta 1993, Galan 1999).

El extracto obtenido por decocción con agua de la corteza es el más estudiado para la industria farmacéutica. Es usado para el tratamiento de enfermedades como la diarrea, menorragia, cáncer, sífilis, diabetes, sarna, anemia e infecciones cutáneas (Berardini *et al* 2004, Nuñez *et al* 2007).

En los últimos años se han realizado estudios sobre el extracto acuoso de la corteza, resultando esta en un producto farmacéutico llamado VIMANG. El principal componente de este extracto es la mangiferina (**figura 7**). VIMANG tiene propiedades inmunoestimulantes, antiinflamatorias, antioxidantes, citotóxicas, antineoplásicas, antihelmínticas, antialérgicas, analgésicas, antioxidantes, antipiréticas y atenúa el desarrollo de la enfermedad periodontal en modelos con perros Beagle (Suzimone *et al* 2006, Leiro *et al* 2004, García *et al* 2005, García *et al* 2003).

El extracto acuoso contiene los siguientes compuestos polifenólicos; ácido gálico, 3, 4, hidroxí ácido benzoico, metil ester de ácido gálico, propil ester de ácido gálico, mangiferina, (+)-catequina, (-)-epicatequina, ácido benzoico y propil ester de ácido benzoico (Nuñez *et al* 2002).

Un extracto alcohólico de la corteza, produjo el aumento de anticuerpos en un modelo con ratones. Por lo tanto este extracto tiene potencial como fármaco con propiedades inmunomoduladoras (Neelam *et al* 2001).

Se efectuó un estudio en ratones infectados con *Plasmodium yoelii nigeriensis* causante de la malaria, los cuales se trataron con un extracto metanólico de la corteza. Los resultados demostraron que el extracto inhibe en la etapa temprana de la infección al *Plasmodium yoelii nigeriensis*. Además resulto tener propiedades antipiréticas (Awe *et al* 1998).

#### 3.2.4. Cáscara del fruto.

La cáscara es la parte menos estudiada del árbol del mango, sin embargo se ha utilizado para la producción de biogás, como fibra dietética con propiedades antioxidantes, gran fuente de extracción de compuestos polifenólicos y de pectina que se utiliza como adsorbente intestinal y como agente anticancerígeno por sus propiedades antioxidantes. (Berardini *et al* 2005).

La cáscara contiene principalmente 5 compuestos polifenólicos que son; mangiferina, quercetina, rhamnetina, ácido elágico y kaempferol (Masibo *et al* 2008).

Se encontró un componente llamado; 5-(12-heptadecenyl)-resorcinol, que tiene actividad antifúngica (Cojucaru *et al* 1986).

#### 3.2.5 Hojas.

En algunas partes del Sudeste de Asia se utilizan como alimento de consumo humano. Se incluyen en forrajes para alimento del ganado ovino y bovino. Contiene un pigmento amarillo que se utiliza para darle color al algodón, seda y lana (Parrotta 1993).

La infusión de las hojas se utiliza para tratar la fiebre, diarrea e insomnio. En un estudio con ratones se demostró que el extracto acuoso de las hojas posee propiedades hipoglucémicas, disminuyendo los niveles de glucosa en la sangre de los ratones (Aderibigbe *et al* 2001).



Se ha reportado el uso de las hojas y el extracto en la higiene bucal de personas, el cual demostró actividad microbicida en patógenos periodontales como *Prevotella intermedia* y *Porphyromonas gingivalis* (Bairy *et al* 2002).

En un estudio se comprobó la efectividad de una decocción de las hojas con agua, en contra de úlceras gástricas en ratones provocadas por etanol. Se demostró que la decocción no fue tóxica para los ratones y tuvo efectos antiulcerogénicos, debido a que ayuda a restablecer la mucosa intestinal y por sus propiedades microbicidas en contra de *Helicobacter pylori*, esto por la acción de los compuestos como la mangiferina y glucósido benzofenona (Severi *et al* 2009).

Las hojas contienen los siguientes polifenoles; epicatequinas, hidroxi ésteres de benzoilo, mangiferina y glucósido benzofenona (Masibo *et al* 2008).

### 3.2.6 Flores.

Se ha reportado que la infusión de las flores con hojas, se utiliza para el tratamiento del escorbuto y la disentería. A las flores secas también se les atribuye propiedades contra la diarrea y uretritis crónica. En algunas partes del Sudeste de Asia se utilizan como alimento. Pulverizadas se utilizan como repelente para mosquitos. De las flores se destila un perfume llamado; amb attar. Además son muy importantes culturalmente, ya que se utilizan mucho en ceremonias de la religión Hindú (Parrotta 1993, Galan 1999).

En un estudio se reportó, que los extractos de las flores tienen propiedades antimicrobianas y antifúngicas de amplio espectro (Parrotta 1993).

En el Caribe, se hace una infusión que se utiliza para el tratamiento de la gastritis y úlceras gástricas. A partir de esto se comprobó estas cualidades de la infusión, por medio de ratones con el modelo úlceras gástricas y gastritis. Cuando se administró la infusión una hora antes de inducir el daño gástrico con etanol, se observó que hubo menos daño en la mucosa intestinal y así protegiéndose el intestino (Lima *et al* 2006).

La composición química de la flores esta compuesta por: Treonina, alanina, valina, triptófano, glucosa, galactosa, arabinosa, triterpenos, flavonoides, esteroides y compuestos fenólicos simples (Scartezzini *et al* 2000, Lima *et al* 2006).

### 3.3 Polifenoles

Los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituido por funciones hidroxilicas (fenoles). Son de los grupos de sustancias que están mas ampliamente distribuidos en el reino vegetal, con más de ocho mil estructuras diferentes entre si. Se distinguen por tres características generales: solubilidad en agua, estructura y carácter polifenolico (12-16 grupos fenólicos y 5-7 anillos aromáticos por cada mil unidades de masa molecular relativa) y complejación intermolecular (astringencia). Los polifenoles mas comunes que se encuentran son, los ácidos fenólicos, flavonoides y taninos. Estos compuestos constituyen un diverso grupo de metabolitos secundarios de las plantas y cada uno se divide en subclases, de acuerdo a su estructura química (Maureen *et al* 1999, Damintoti *et al* 2005, Hipólito 2007, Ovaskainen *et al* 2008).

Los polifenoles son una parte integral de la dieta humana. Se ha demostrado que tienen efectos benéficos en la salud humana, tales como; antiinflamatorios, anticancerígenos, antivirales, antibacterianos, supresión de bacterias resistentes a los antibióticos, inmunomoduladores, proveen una protección ante enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y diabetes mellitus, pero el motivo por el gran interés hacia estas moléculas es por sus propiedades antioxidantes. (Ovaskainen *et al* 2008).

Los polifenoles son importantes para la fisiología de las plantas, son sintetizados a partir de dos vías; la vía del ácido siquímico y la vía del acetato, estas dos vías provienen del metabolismo de la glucosa. Contribuyen en las plantas a la defensa de ataques de patógenos e insectos y ayudan a preservar su integridad por su continua exposición a estresantes ambientales, incluyendo radiaciones ultravioletas impidiendo los efectos nocivos de estas radiaciones en los tejidos de las plantas y así como de altas temperaturas. Funcionan como antioxidantes en diversas funciones fisiológicas. Como defensa, inhibiendo el crecimiento de plantas cercanas y dando sabor y textura que resultan desagradables para animales herbívoros. Además dando aromas y colores a los

frutos haciéndolos apetecibles a ciertos herbívoros e insectos y así facilitando la dispersión de sus semillas (Bravo 1998, Gutiérrez 2002, Palazón et al 2001).

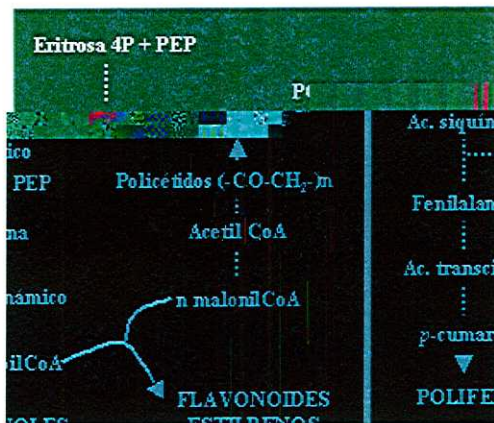


Figura 5.- Ruta del ácido siquímico (biosíntesis de polifenoles en plantas) Palazón et al 2001.

El mecanismo de toxicidad de los polifenoles contra los microbios, depende del tipo de estructura del polifenol y si la bacteria es gram-negativa o gram-positiva. Generalmente puede estar relacionado con la inhibición de enzimas hidrolíticas como proteasas y carbohidrasas u otras interacciones que inactivan las adhesinas microbianas, sobre el transporte de proteínas a las células y otros mecanismos similares (Damintoti et al 2005).

### 3.3.1 Clasificación.

Existen números y amplias clasificaciones que agrupan el gran numero de compuestos polifenólicos ya que comprenden desde moléculas aromáticas simples como el aminoácido tirosina hasta estructuras muy complicadas como los taninos, la siguiente clasificación es de forma sencilla dividida en grupos y subgrupos que trascienden por su presencia en alimentos e implicaciones en la salud es propuesta por Martínez 2003:

Grupo	Subgrupo	Ejemplos	Esqueleto base
1. Fenoles y ácidos fenólicos	Fenoles sencillos Estilbenos	Hidroquinona, vainillina, alcohol salicílico Resveratrol	C <sub>6</sub> C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>
	Ác. fenólicos	Ác. benzoico, ác. p-hidroxibenzoico (PABA) Ác. gálico Ác. o- y p-cumárico, ác. cafeico, ác. ferúlico, eugenol, tirosina Ác. clorogénico, cinarina Ác. rosmarínico	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>
2. Cumarinas	Sencillas C-prednizada Dicumarinas	Aesculetin Suberosina Dicumarol	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>
	3. Lignan	Podofilotoxina, peltatinas Silbina, silidianina, silicristina, silimarina (n=9)	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>
4. Flavonoides y compuestos relacionados	Flavonoles Flavanololes Flavonas Flavanonas Chalconas Isoflavonoides Antocianidinas Catequinas (flavan-3-ol) Leucoantocianidinas (flavan-3,4-diol)	Quercetina, kaempferol, miricetina Dihidroquercetina, dihidrokaempferol Nobiletina, diosmetina, tangentina, apigenina, luteolina Hesperidina, naringenina, naringina, hesperitina, eriocitrina, naritulina Chalconaringenina, buteina Cianidina, catequina, miricetina, malvidina Delfinidina, cianidina, peonidina, pelargonidina, petunidina, malvidina Catequina Leucopelargonidina	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>
	5. Taninos	Taninos hidrolizables Taninos condensados (catequínicos o proantocianidinas)	Galotaninos, elagitaninos Polímero flavánico (flavan-3-ol), procianidina
6. Quinonas y antra-ce-nósidos	Benzoquinonas Naftoquinonas Antraquinonas	Plastoquinonas, ubiquinona (coenzina Q) Plumbagona, juglona, vitamina K Emodina, aloemodina, ác. carmínico, crisofanol, alizarina, reina Tetraciclinas	C <sub>6</sub> C <sub>7</sub> -C <sub>4</sub> C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>
	Antracilnona Oxantronas Antronas Dihidroantranos	Aloína, crisaloína	C <sub>5</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>

Figura 6.- Clasificación de polifenoles (Martínez 2003).

### 3.4 Principales polifenoles del mango.

El árbol del mango con todas sus partes contiene una gran variedad de polifenoles. Los compuestos polifenólicos de mayor importancia en el mango son: mangiferina, flavonoides, ácidos fenólicos y taninos (Masibo *et al* 2008).

#### 3.4.1 Mangiferina.

La mangiferina es el polifenol más encontrado y estudiado en el mango ya que es el antioxidante más potente conocido, mucho más que la vitamina C y la E. Se encuentra en mayor cantidad en la corteza del tallo. Es una xantona glucosada (1,3,6,7-tetrahidroxi-2-C-glucosil-xantona), es un fitoquímico activo que se extrae de varias plantas, principalmente y descubierta en *Mangifera indica L.* En estudios se han reportado que posee propiedades analgésicas, antioxidantes, antitumorales, anticancerígeno, antiaterosclerosis, antialérgico, cardioprotectoras, antivirales, inmunomoduladoras, antihiperlipidémicas y antiaterogénicas. Protege a los hepatocitos, linfocitos, neutrófilos y macrófagos del estrés oxidativo. Hay un producto nutracéutico llamado Vimang, que su principal componente es la mangiferina (Scartezzini *et al* 2000, Muruganandan *et al.* 2005, Masibo *et al* 2008, Sellamuthu *et al* 2009).

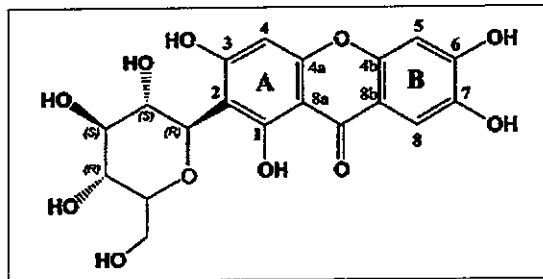


Figura 7.- Estructura química de la mangiferina.

### 3.4.2 Flavonoides.

Los flavonoides constituyen la fuente más importante de polifenoles en las plantas y por lo tanto en nuestras dietas. En el mango se encuentran en gran cantidad, principalmente en las hojas. Los flavonoides que constituye la semilla son: Quercetina, kaempferol y antocianidinas. Cuando se creía que eran vitaminas, a los flavonoides se les dio el nombre de vitamina P y vitamina C2. Son estructuras que contienen un grupo carbonilo. Más de cuatro mil variedades de flavonoides han sido identificadas, muchos de ellos son responsables de los atractivos colores de las flores, frutas y hojas. Se ha observado que la biosíntesis de los flavonoides se induce o incrementa con la radiación UV y con la respuesta de las plantas a una infección microbiana (Cowan 1999, Nijveldt *et al* 2001, Martínez 2003, Masibo *et al* 2008).

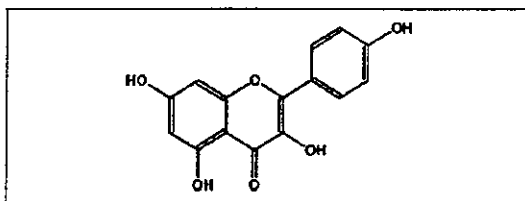


Figura 8.- Estructura química del flavonoide kaempferol, presente en la semilla.

Estudios epidemiológicos, sugieren que una dieta rica en flavonoides previene problemas en contra de las enfermedades coronarias. Tienen propiedades antiinflamatorias, antiaterogénicas, antivirales, anticancerígenas, antiaterosclerosis y antitumorales (Nijveldt *et al* 2001).

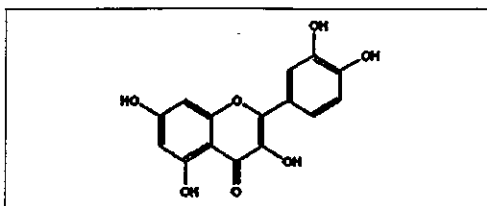


Figura 9.- estructura química del flavonoide quercetina, presente en la semilla.

El uso de los flavonoides se remonta desde la antigüedad, con los asiáticos que han bebido el té verde como remedio medicinal, este contiene grandes cantidades de catequinas. Se han clasificado como alimentos funcionales, por la prevención de muchas enfermedades como cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Martínez 2003).

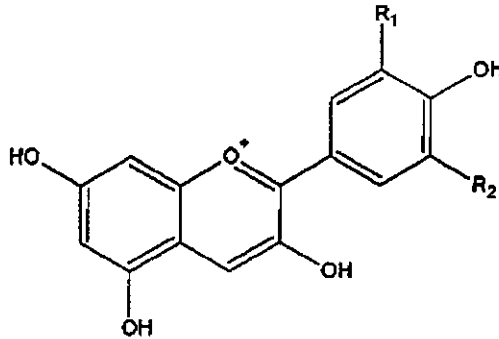


Figura 10.- Estructura química de una antocianidina, presente en la semilla.

### 3.4.3 Fenoles y Ácidos fenólicos.

Los fenoles sencillos son poco frecuentes en las plantas, están en forma de heterósidos y están constituidos por un solo anillos fenólico. El mas común que se encuentra en la semilla del mango es la vainillina (Martínez 2003, Masibo *et al* 2008).

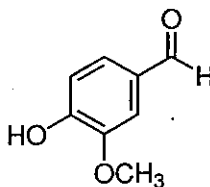


Fig. 11.- Estructura química de la vainillina.

Los ácidos fenólicos, son generalmente los que tienen un grupo ácido carboxílico funcional. Estos ácidos raramente se encuentran libres, si no que están esterificados con

el ácido quínico, la glucosa o el ácido tartárico. El ácido cafeico es el que está más ampliamente distribuido en las plantas. El interés surgido en los ácidos fenólicos se deriva de su posible papel protector, a través de la ingestión de frutas y hortalizas, contra el daño oxidativo de enfermedades tales como, coronarias, cerebro vasculares y cáncer, además de todas las cualidades que tienen los polifenoles. Los ácidos fenólicos que se encuentran en la semilla son: ácido gálico, elágico, cafeico y ferúlico, siendo el ácido gálico y elágico los que se encuentran en mayor proporción (Robbins 2003, Martínez 2003, Masibo *et al* 2008).

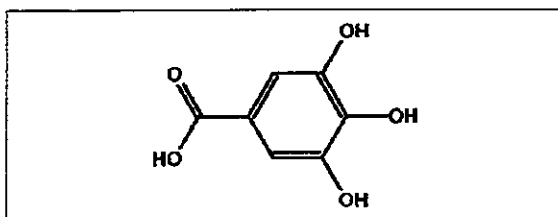


Fig. 12.- Estructura química del ácido gálico.

El ácido gálico es muy conocido por sus propiedades antiinflamatorias, antimutagénicas, anticancerígenas, antioxidantes y antimicrobianas (Soong *et al* 2006).

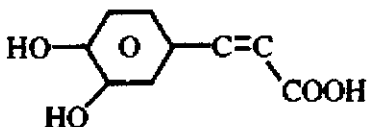


Fig. 13.- Estructura química del ácido cafeico.

Se ha encontrado que el ácido elágico exhibe propiedades antimutagénicas, antivirales, anticáncer, antitumorales, antioxidantes y causa el blanqueamiento de la piel (Soong *et al* 2006).



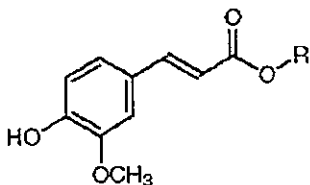


Fig. 14.- Estructura química del ácido ferúlico.

#### 3.4.4. Taninos.

Los taninos son polifenoles solubles en agua, los cuales son diferentes a los otros tipos de compuestos fenólicos por la capacidad de precipitar proteínas, celulosa, alcaloides y gelatina. A esto se le llama astringencia y es la razón por la que se le conoce “taning” al proceso de curtir las pieles de los animales, ya que se han usado los taninos para este fin. Los taninos tradicionalmente habían sido considerados como un anti nutriente por los efectos adversos en la nutrición animal. Sin embargo este grupo de compuestos ha recibido mucha atención en los últimos años, ya que se sugirió que el consumo de bebidas que contienen taninos, especialmente el té verde y vino tinto, puede curar o prevenir una serie de males, lo que se ha demostrado en muchos estudios por sus propiedades antioxidantes (Scalbert 1991, Bravo 1998, Cowan 1999).

Muchas actividades fisiológicas humanas como la estimulación de células fagocíticas en la mediación de actividad tumoral y una amplia actividad en contra de infecciones se deben a los taninos. En las plantas los taninos inhiben el crecimiento de los insectos y afecta la digestión de animales rumiantes. Son también agentes quelantes, por esta razón se utilizan como antídoto en intoxicaciones con metales pesados. El efecto bactericida de los taninos puede estar relacionado por su capacidad de inactivar las adhesinas, enzimas de la membrana y proteínas de transporte de las bacterias (Cowan 1999, Martínez 2003).

Son divididos en dos grupos: Taninos hidrolizables; galotaninos, elagitaninos y Taninos condensados; procianidina. En la semilla del mango se encuentran en mayor cantidad los taninos, en especial los galotaninos y son a los que se les atribuye la actividad bactericida (Kabuki *et al.* 2000, Martínez 2003, Berardini *et al.* 2004)

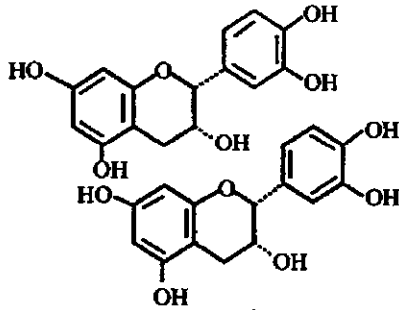


Fig. 15.- Estructura química de la procianidina.

Los galotaninos están constituidos por núcleos de glucosa en forma cíclica, que forman enlaces con la función ácida del ácido gálico. Los galotaninos son generalmente considerados seguros como aditivo en alimentos, gracias a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Soong et al 2006, Álvarez 2007).

#### 4. JUSTIFICACION.

México es el cuarto productor y exportador mundial de mango. Los productores locales comúnmente obtienen muy pocos ingresos por sus cosechas, debido a que alrededor del 50% de la producción es desechado por diferentes razones. Estos residuos no procesados constituyen un problema fitosanitario, por lo tanto, se necesitan alternativas para aprovecharlos.

Contienen propiedades antimicrobianas y pueden ser usados en la industria farmacéutica, debido a la resistencia creada por los antibióticos derivados de la penicilina.

Como se mencionó antes, el conservador de alimentos más usado es el benzoato de sodio, pero su utilización implica un alto riesgo tóxico al superar la ingesta diaria admisible (IDA), debido al creciente consumo de alimentos procesados con este conservador que potencialmente capaz de generar daños teratogénicos en el ser humano, y agravar los problemas asmáticos de pacientes alérgicos (Turkoglu 2006, Huey-yen 2007, Mpountoukas 2008). Lo anterior genera la necesidad de buscar alternativas de conservación que cubran las mismas propiedades antimicrobianas y compatibilidad con los alimentos, como sería el caso del extracto de almendra de mango.

## 5. OBJETIVO GENERAL

Determinar la actividad antimicrobiana de cuatro diferentes extractos de almendra de semilla de mango (*Mangifera indica L.*)

### 5.1 Objetivos particulares

1. Obtener el extracto con agua de almendra de semilla de mango.
2. Obtener el extracto de almendra de semilla de mango con hexano y extraer con agua como segunda etapa.
3. Obtener el extracto con etanol de almendra de semilla de mango.
4. Obtener el extracto de almendra de semilla de mango con hexano y extraer con etanol como segunda etapa.
5. Probar la actividad antimicrobiana de cada extracto contra cepas de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.
6. Determinar la concentración mínima inhibitoria en partes por millón (ppm) de cada extracto contra cepas de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

## 6. HIPOTESIS

Los diferentes extractos de la almendra del *Mangifera indica* L, variedad tommy atkins, contienen altas concentraciones de polifenoles que poseen propiedades antimicrobianas contra bacterias gram-positivas como *Staphylococcus aureus* y gram-negativas como *Escherichia coli*.

## 7. METODOLOGIA.

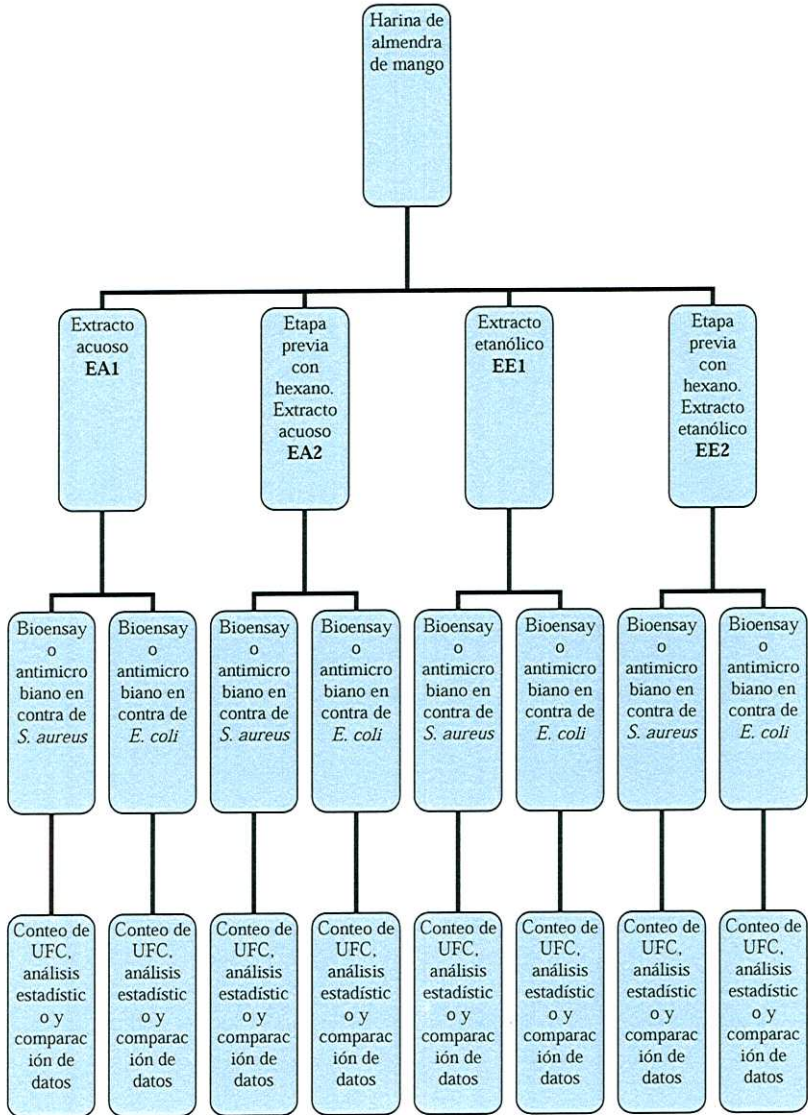


Figura 16.- Esquema general de la metodología

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1 Extracción. (Kabuki *et al.* 2000)

Se prepararon 4 diferentes extractos; extracto de semilla en agua (EA1), extracto de semilla en hexano como primera etapa para liberarlo de grasas y después extraído con agua (EA2), extracto de semilla en etanol (EE1) y extracto de semilla en hexano como primera etapa para liberarlo de grasas y después extraído con etanol (EE2).

EA1: 100 ml de agua más 26 gr. de harina de almendra de semilla de mango, la mezcla se homogenizó con un agitador magnético a 150 rpm. El extracto se deja en la oscuridad a temperatura ambiente por 12 horas. El extracto acuoso resultante fue pasado por un filtro Whatman No 4 para remover los sólidos sobrantes. El filtrado fue concentrado al vacío en un rotovapor, hasta lograr la consistencia de jarabe.

EA2: 100 ml de hexano más 26 gr. de harina de almendra de semilla de mango, la mezcla se homogenizó con un agitador magnético a 150 rpm. El extracto se deja en la oscuridad a temperatura ambiente por 12 horas. El extracto resultante fue pasado por un filtro Whatman No 4 para remover los sólidos sobrantes. El filtrado fue concentrado al vacío en un rotovapor, hasta lograr la consistencia de jarabe. Como segunda etapa al extracto resultado se le vuelve a hacer el mismo procedimiento que EA1.

EE1: 100 ml de etanol (99.5%) más 26 gr. de harina de almendra de semilla de mango, la mezcla se homogenizó en un agitador magnético a 150 rpm. El extracto se deja en la oscuridad a temperatura ambiente durante 12 horas. El extracto resultante fue pasado por un filtro Whatman No 4 para remover los sólidos sobrantes. El filtrado fue concentrado al vacío en un rotovapor, hasta lograr la consistencia de jarabe

EE2: 100 ml de hexano más 26 gr. de harina de almendra de semilla de mango, la mezcla se homogenizó en un agitador magnético a 150 rpm. El extracto se deja en la oscuridad a temperatura ambiente durante 12 horas. El extracto resultante fue pasado por un filtro Whatman No 4 para remover los sólidos sobrantes. El filtrado fue concentrado al vacío en un rotovapor, hasta lograr la consistencia de jarabe. Como

segunda etapa al extracto resultado se le vuelve a hacer el mismo procedimiento que EE1.

## **8.2 Bioensayo Microbiológico.** (Peck *et al.* 2002, Dalgaard *et al.* 1994)

**Método:**

En medio de cultivo de caldo soya tripticasa (DIFCO 211825), se tomó una porción con un asa, de la bacteria de interés, se incubó en una estufa a 37 °C, por 18 horas.

Se preparó el material necesario y los extractos a probar en PBS (pH 7.2), cajas de petri con agar Mueller Hinton, todo lo anterior debe estar estéril. Se rotularon 2 tubos de ensayo y dos eppendorf con el nombre de cada bacteria.

Se tomaron 0.5 ml, del caldo con las bacterias cultivadas y 4.5 ml de caldo estéril de soya tripticasa y se mezcla en un tubo de ensayo, después se tomó 1 ml de esta dilución en un tubo eppendorf de la mezcla. A esta mezcla se le midió la absorbancia en un espectrofotómetro a 620 nm, con el fin de obtener 50 UFC para probar las concentraciones de los extractos.

Las diluciones de los extractos prepararon con phosphate-buffered Saline (PBS) pH 7.2, después de esto se le añadió tris-buffered Saline (TBS) pH 8.0, para obtener un pH final de las diluciones de pH 7.2. Las diluciones se prepararon a diferentes concentraciones, en una caja de 96 pozos empezando por 2500, 2000, 1250, 1000, 625, 500, 312, 250, 156, 125, 78, 62, 39, 31, 19, 15, 7, 3 y 1 partes por millón (ppm) en duplicado, con su control con solución PBS, a los cuales se les agregó 10 µl de la mezcla con bacterias.

Se dejan dos horas y media en la estufa a 37 °C.

Después del incubado se sacó la placa y se sembraron 10 µl de cada pozo en una caja de petri con agar Mueller Hinton, previamente dividida, indicando las concentraciones a probar. Las cajas sembradas se introdujeron 4 horas en la estufa a 37 °C.

Terminado el tiempo requerido, se contaron las UFC por cada concentración de extracto y del control.



### **8.3 Análisis de los datos.**

Se analizaron los resultados del bioensayo. Primero obteniendo el promedio de todos los experimentos. Los promedios obtenidos se analizaron por medio de un programa de datos estadísticos llamado SPSS, donde se analizó mediante un modelo de análisis de varianza al 95% de confianza, con una prueba no paramétrica llamada Kruskal Wallis y las pruebas de comparaciones múltiples se hicieron con el procedimiento de Bonferroni.

## 9. Resultados y discusión.

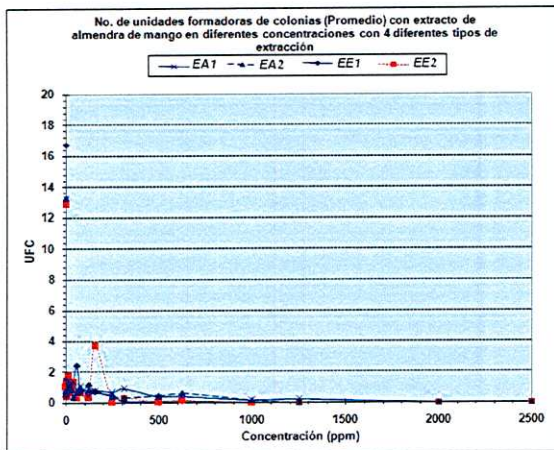
### 9.1 Extractos.

Se obtuvieron cuatro extractos de la almendra de *Mangifera indica L* variedad tommy Atkins: Los extractos acuosos EA1 y EA2, y los etanólicos EE1 y EE2. Los dos primeros extractos acuosos, resultaron más económicos y fáciles de preparar en comparación con los extractos etanólicos. Sin embargo, los extractos etanólicos EE1 y EE2 son los que se utilizan más, ya que por medio del etanol se extrae la mayor cantidad de polifenoles libres de azúcares. Además, la etapa previa de extracción con hexano fue utilizada con la finalidad de separar sustancias como grasas y aceites que contienen las semillas.

### 9.2 Propiedades antimicrobianas.

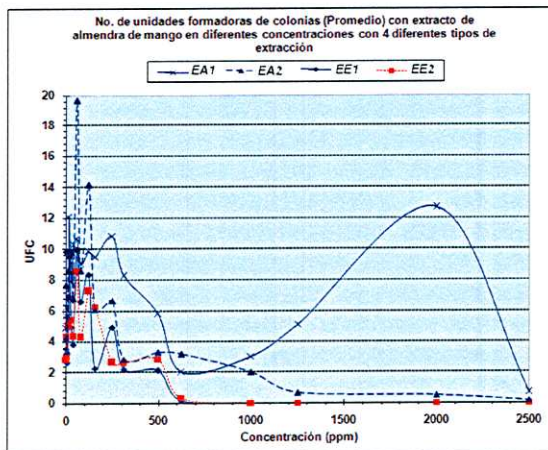
Se realizó el bioensayo microbiológico conforme el método descrito en el punto 8.2.

De una manera general se determinó que los cuatro extractos tuvieron propiedades antimicrobianas en contra de las dos cepas de bacterias, aunque inhibieron más en contra de *S. aureus* que de *E. coli*. Los extractos etanólicos EE1 y EE2 fueron los que inhibieron a menor concentración el crecimiento de los dos tipos de bacterias, mientras que los acuosos EA1 y EA2 fueron los que inhibieron en menor proporción. Esto se muestra en los gráficos 3 y 4:



**Grafico 3.-** Grafico del promedio de UFC de *S. aureus* con los cuatro extractos y sus diferentes concentraciones. Se compararon las UFC de cada extracto y no se vio diferencia significativa entre los extractos (Kruskall-Wallis).

En el grafico 3, se observa que los cuatro extractos inhiben mejor el crecimiento de *S. aureus* en comparación a *E. coli*.

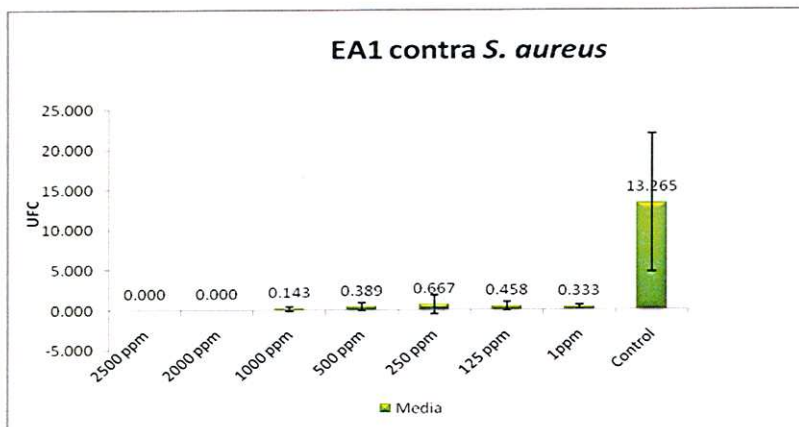


**Grafico 4.-** Grafico del promedio de UFC de *E. coli* con los cuatro extractos y sus diferentes concentraciones. Se compararon las UFC de cada extracto, demostrando una diferencia entre ellos a partir de la concentración 2500ppm a 1250ppm (Kruskall-Wallis).

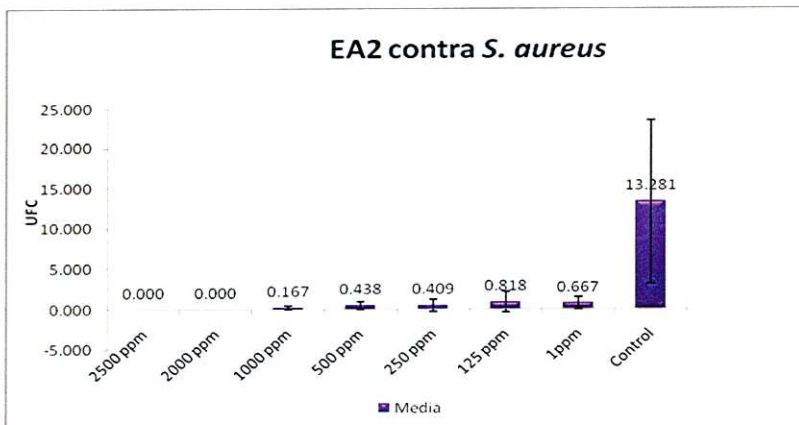
En el grafico 4 se observa como los extractos EE1 y EE2, inhibieron mas el crecimiento de *E. coli*, a comparación de los acuosos (EA1 y EA2), que no inhibieron totalmente el crecimiento de la bacteria.

La mejor efectividad de los extractos etanólicos, comparados con los acuosos, se debe a que, en la almendra del mango, de acuerdo a Masibo *et al* 2008, el mayor porcentaje de polifenoles presentes son los taninos, ya que estos se encuentran entre las membranas vacuolares y en las paredes de las células, en donde el etanol promueve la disgregación de estas y por tanto su mejor extracción. Por otro lado, en los extractos acuosos permanecen azucares, que pueden promover el crecimiento de las bacterias.

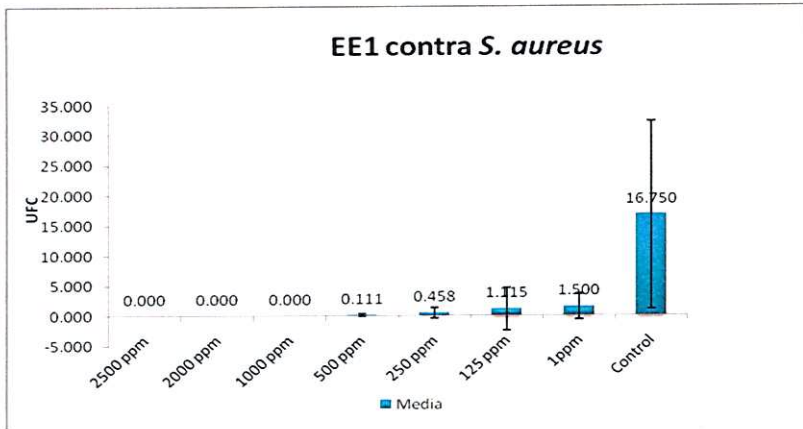
En los gráficos 5, 6, 7 y 8 se muestran los resultados de los experimentos antimicrobianos de los cuatro extractos, EA1, EA2, EE1 y EE2 en contra de *S. aureus*:



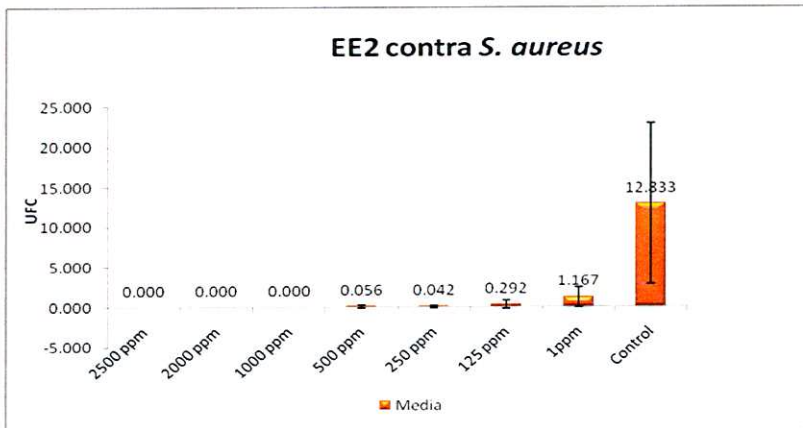
**Gráfico 5.** Gráfico con los resultados de los experimentos de EA1 contra *S. aureus*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 8. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).



**Gráfico 6.** Gráfico con los resultados de los experimentos de EA2 contra *S. aureus*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 7. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).

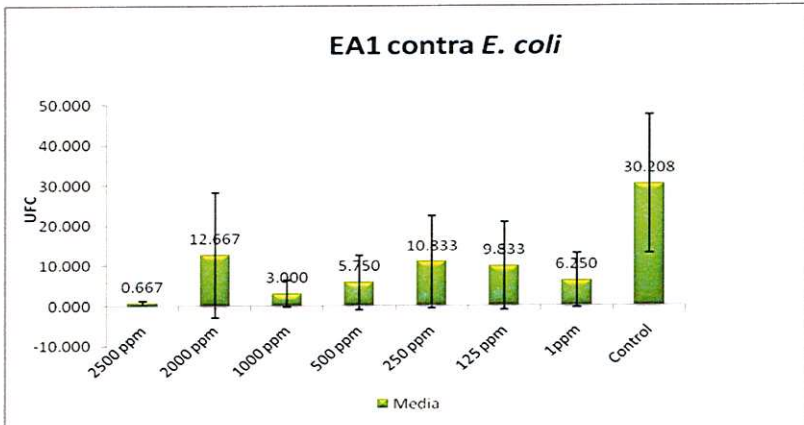


**Grafico 7.-** Grafico con los resultados de los experimentos de EE1 contra *S. aureus*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 7. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).

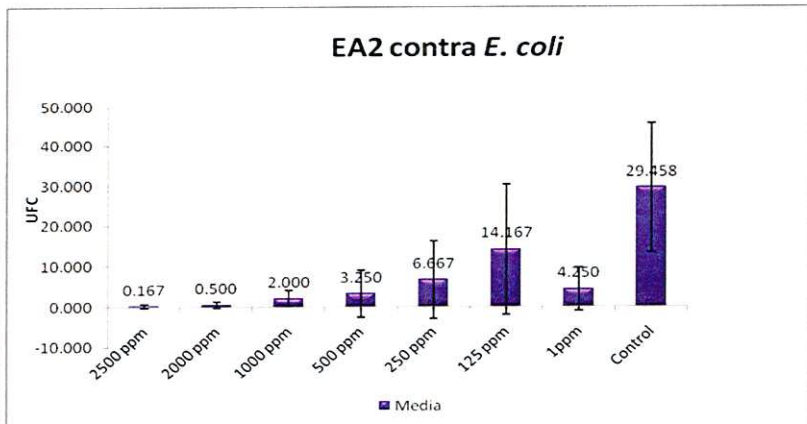


**Grafico 8.** Grafico con los resultados de los experimentos de EE2 contra *S. aureus*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 8. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).

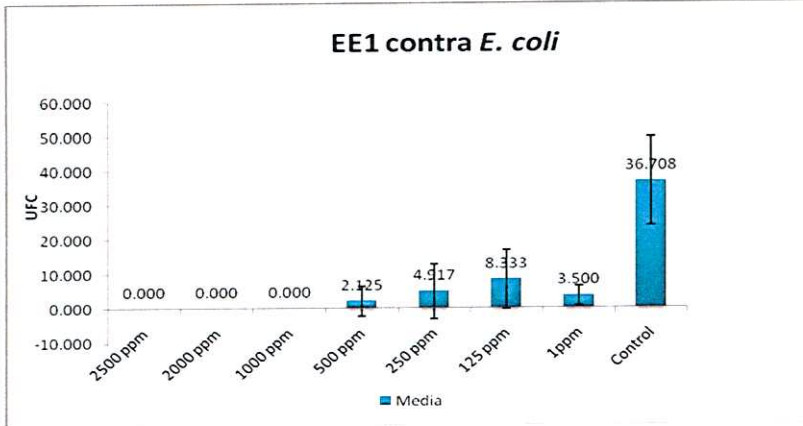
En los gráficos 9, 10, 11 y 12 se muestran los resultados de los experimentos antimicrobianos de los cuatro extractos, EA1, EA2, EE1 y EE2 en contra de *E. coli*.



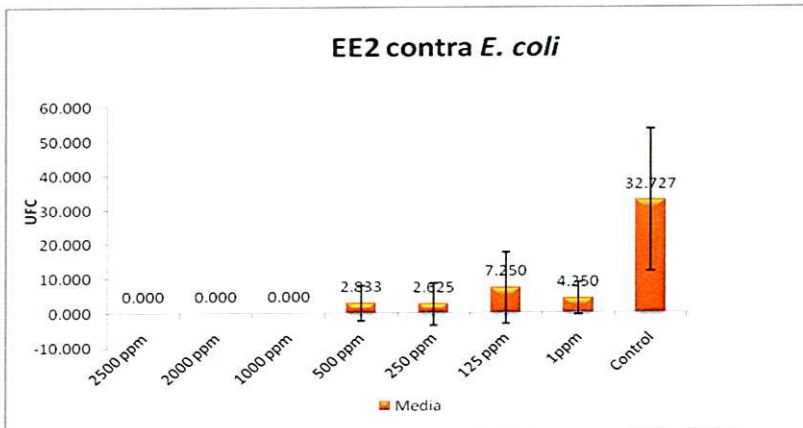
**Grafico 9.** Grafico con los resultados de los experimentos de EA1 contra *E. coli*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 6. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).



**Grafico 10.** Grafico con los resultados de los experimentos de EA2 contra *E. coli*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 6. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).



**Grafico 11.-** Grafico con los resultados de los experimentos de EE1 contra *E. coli*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 6. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).



**Grafico 12.** Grafico con los resultados de los experimentos de EE2 contra *E. coli*. Se graficó el promedio de UFC y la desviación estándar, N= 6. Se encontraron diferencias significativas con una  $P < 0.05$  en el número de UFC en las diferentes concentraciones del extracto comparadas con el control (prueba Kruskal-wallis).



En los gráficos del 5 al 8, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas antimicrobianas de los cuatro extractos en contra de *S. aureus*. En los resultados se observa que *S. aureus* es más susceptible a los extractos, ya que los cuatro extractos lograron inhibir su crecimiento. Esto se confirma con lo reportado por Kabuki *et al* 2000, en donde indica que la tendencia en las pruebas antimicrobianas de polifenoles como la catequina inhibe más el crecimiento de las bacterias gram-positivas como *S. aureus* que de las gram-negativas como *E. coli*; también señala que su extracto etanólico sigue la misma tendencia. El extracto EE2 fue el mejor de las cuatro, en la inhibición del crecimiento de *S. aureus*, esto se debe a que los extractos que fueron previamente extraídos con hexano están libres de grasas; es posible que sean una barrera física hidrofóbica para un contacto directo del extracto con las bacterias.

En los gráficos del 9 al 12, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas antimicrobianas de los cuatro extractos en contra de *E. coli*. Los extractos etanólicos EE1 y EE2 fueron más eficientes que los extractos acuosos EA1 y EA2. El extracto EE2 demostró ser el mejor inhibiendo el crecimiento de *E. coli*.

La diferencia de los resultados de inhibición entre las dos bacterias, gram-positivas y gram-negativas se debe a que las estructuras de la envoltura celular son diferentes entre sí. Debido a que los antimicrobianos en general tienen su primer contacto con la envoltura celular, esta juega un papel clave en la susceptibilidad.

Por todas las propiedades que se le atribuyen a los polifenoles de la almendra del mango, tienen un potencial de ser utilizados en la industria alimenticia, como conservador natural de alimentos por sus propiedades bactericidas y antioxidantes, como suplemento alimenticio por sus propiedades antioxidativas y como antibiótico en la industria farmacéutica.

Para determinar la concentración mínima inhibitoria se considero la menor concentración en ppm del extracto que inhibió a la bacteria. En la tabla 5 se muestran las CMI para cada extracto y bacteria.

	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
EA1	2000 ppm	N/A
EA2	1250 ppm	N/A
EE1	1000 ppm	1000 ppm
EE2	1000 ppm	1000 ppm

Tabla 5. Concentración mínima inhibitoria de los cuatro extractos contra *S. aureus* y *E. coli*. En donde N/A significa que no hubo inhibición total de UFC y ppm es partes por millón.

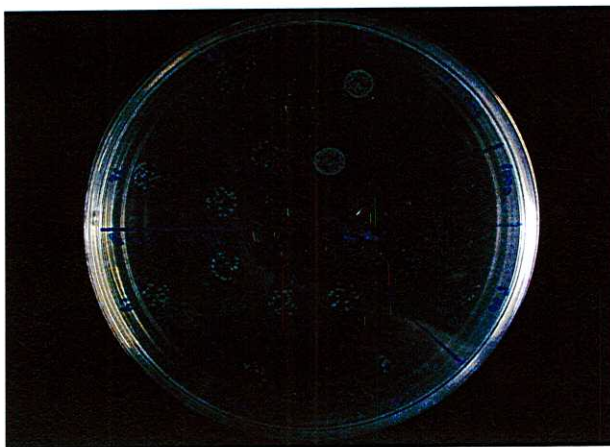
Para el extracto EA1 solo se determinó la CMI en contra de *S. aureus*. EA1 no logro inhibir por completo el crecimiento de *E. coli*, y por lo tanto no se logro determinar la CMI, pero si hay una inhibición significativa, por lo tanto si se probara con diluciones mas concentradas, si llegaría a inhibir por completo el crecimiento.

EA2 fue más eficiente en inhibir el crecimiento de *S. aureus* teniendo menor CMI que EA1 con *E. coli*.

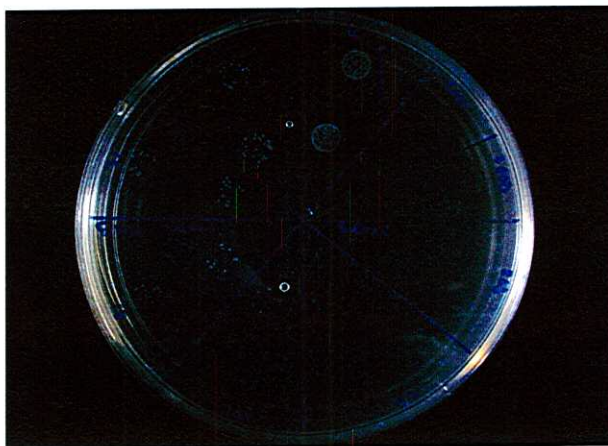
Con el extracto etanólico EE1 se obtuvo las misma CMI (1000 ppm) con *S. aureus* al igual que los experimentos realizados por Kabuki *et al.* 2000 y con *E. coli* se obtuvo una mayor eficiencia en la inhibición, ya que Kabuki *et al.* 2000 reporta una CMI de 2500 ppm, mientras que en este trabajo se obtuvo una CMI de 1000 ppm. Las diferencias entre el extracto EE1 de este estudio y el reportado por Kabuki, se debe a que la cantidad y características del contenido polifenólico del árbol del mango son diferentes dependiendo la localización geográfica y el estrés al que están sometidos, como lo reporta Masibo *et al* 2008.

No obstante que el Extracto EE2 tuvo la misma CMI que EE1 para las dos cepas de bacterias, EE2 ejerció, significativamente, mejor inhibición de UFC en cada dilución.

En las figuras 17 y 18 se pueden observar ejemplos, del bioensayo, que muestran el efecto de inhibición de los extractos EA1 y EE1, de una manera, dosis respuesta.



**Figura 17.-** Caja de petri con el resultado del bioensayo de EA1 contra *E. coli*. En donde C es el control y en sentido a las manecillas del reloj le siguen las concentraciones 2000, 1000, 500, 250, 125, 62 32 y 15 ppm.



**Figura 18.-** Caja de petri con el resultado del bioensayo de EE1 contra *E. coli*. En donde C es el control y en sentido a las manecillas del reloj le siguen las concentraciones 2000, 1000, 500, 250, 125, 62 32 y 15 ppm.

## 10. CONCLUSIONES.

Se obtuvieron dos extractos acuosos, EA1, extraído con agua y EA2, primero extraído con hexano y después con agua. Estos extractos resultaron los más económicos y fáciles de producir.

Se obtuvieron dos extractos etanólicos, EE1, extraído con etanol y EE2 primero extraído con hexano y después con etanol. Los extractos etanólicos son los más utilizados por su eficiencia.

Los cuatro extractos de almendra de mango resultaron tener propiedades antimicrobianas en contra de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Los que lograron tener la mayor inhibición de la formación de UFC, fueron los extractos etanólicos EE1 y EE2.

De los cuatro extractos, los que se extrajeron previamente con hexano, mostraron mayor inhibición de la formación de UFC.

En los extractos EA1 y EA2 solo se pudo determinar la CMI contra *S. aureus*, ya que contra *E. coli*, los mencionados extractos no llegaron a inhibir por completo el crecimiento bacteriano.

Se determinó la CMI de los extractos EE1 y EE2, sobre las dos cepas de bacterias.

### **Perspectivas:**

Se sugiere el análisis del extracto por HPLC para identificar los polifenoles que se encuentran en la almendra del mango mexicano. Además de determinar la concentración de polifenoles de cada extracto.

Determinar la actividad antioxidante del extracto.

Realizar estudios tanto microbicidas como de inocuidad que comprueben su efectividad como conservador de alimentos y compararlo con los aditivos más comunes que son el

benzoato de sodio y sorbato de potasio. Además de compararlos con los antibióticos de tipo betalactámicos.

## REFERENCIAS:

- Abdalla, A. E. M., Darwish, S. M., Ayad, E. H. E., and El-Hamahmy, R. M. (2007). Egyptian mango by product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chemistry*, 103: 1141-1152.
- Aderibigbe A. O., Emudianughe T. S., Lawal B. A. S. 2001. Evaluation of the antidiabetic action of *Mangifera indica* in mice. *Phytotherapy research* 15, 456-458.
- Adomi, P.O. 2006. Antibacterial activity of aqueous and ethanol extracts of the stem bark of *Alstonia boonei* and *Morinda lucida*. *Scientific Research and Essay* 1 (2): 50-53.
- Álvarez J. M. 2007. Tanino: la revolución enológica mito o realidad. *Revista enológica*. 2, 1-15.
- Angeh, J. E. 2006. Isolation and characterization of anti-bacterial compounds present in members of Combretum section, Hypocrateropsis. Doctoral Thesis, University of Pretoria.
- Arogba S. S. 2001. Effect of temperature on the moisture sorption isotherm of a biscuit containing processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour. *Journal of Food Engineering* 48: 121-125.
- Arogba S. S. 1997. "Physical, chemical and functional properties of Nigerian mango (*Mangifera indica*) kernel and its processed flour" *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 321-328, (73).
- Arogba S. S. 2000. "Mango (*Mangifera indica*) Kernel: Chromatographic Analysis of the Tannin, and Stability Study of the Associated Polyphenol Oxidase Activity", *journal of food composition and analysis* 149-156 (13).
- Awe S. O., Olajide O. A., Oladiran O. O., Makinde J. M. 1998. Antiplasmodial and antipyretic screening of *Mangifera indica* extract. *Phytotherapy research*. 12, 437-438.
- Bairy I, Reeja S., Siddharth, Rao PS, Bhat M, Shivananda PG. 2002. Evaluation of antibacterial activity of *Mangifera indica* on anaerobic dental microflora based on in vivo studies. *Indian J Pathol Microbiol*. 45 (3), 307-310.
- Berardini N., Knodler M., Schieber A., Carle R. 2005. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative food science and emerging technologies*. 6, 442-452.
- Berardini N., Reinhold C.. 2004. "Characterization of gallotannins and benzophenone derivatives from mango (*mangifera indica* L. Cv. (Tommy- Atkins) peels, pulp and kernels by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry". *Rapid communications in mass spectroscopy* (18) 2208-2216.

Beuchat, L. R. 1994. "Antimicrobial properties of spices and their essential oils" Natural antimicrobial systems and food preservation 167-180.

Bravo L.. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Reviews. 65 (11), 317-333.

Cojucaru M., Droby S., Glotter E., Goldman A., Gottlieb H. E., Jacoby E., Prusky D. 1986. 5-(12-heptadecenyl)-resorcinol, the major component of the antifungal activity in the peel of mango fruit. Phytochemistry. 25 (5), 1093-1095.

Cowan MM. 1999. Plants products as antimicrobial agents. Clin. Microbiol. Rev. 12: 564-582.

Dalgaard P., Ross T., Kamperman L., Mcmeekin. 1994. Estimation of Bacterial Growth Rates from Turbidimetric and Viable Count Data. Int J of Food Microbiol. 23: 391.

Damintoti K., Mamoudou H. D., Simpore J., Traore A. S.. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. African journal of Biotechnology. 4 (8), 823-828.

FAO. 2007. <http://faostat.fao.org>.

Galan S. V. 1999. El cultivo del mango. Madrid España. Ediciones mundi-prensa.

García D., Escalante M., Delgado R, Uberia F. M., Leiro J. 2003. Anthelmintic and antiallergic activities of *Mangifera indica* L. stem bark components vimang and mangiferin. Phytotherapy research. 17 1203-1208.

García T. B. E., García P. J. C., Peña P. R., García M. de O. A., Saldaña B. A., Rodríguez S. V., Riesgo L. N., Osorio N. M. 2005. Efecto de un extracto de *Mangifera indica* L. (vimang) sobre la enfermedad periodontal por ligadura en perros beagle. Rev cubana invest biomed. 24 (2).

Gupta C., Garg A. P., Uniyal A. C. 2008. Antibacterial activity of amchur (dried pulp of unripe *Mangifera indica*) extracts on some food borne bacteria. Journal of pharmacy research. 1 (1), 54-57.

Gutiérrez M. A. (2002).Vino, Polifenoles y Protección a la Salud. *Revista Cubana Aliment Nutr* 16(2), 134-41.

Hammer K. A., C.F. Carson and T.V. Riley. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology 985-990, 86.

Hara, S., & Ishigami, T. 1989. "Antibacterial activities of tea polyphenols against foodborne pathogenic bacteria" Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 996-999. 36.

Hernández P. M. R. 2008. Aislamiento de hongos causantes de enfermedades de postcosecha y algunos potenciales antagonistas de frutos de Mango (*Mangifera indica* L.) c.v. Tommy Atkins. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

Hipólito I. J. 2007. Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et Technica*. 33, 13-18.

<http://faostat.fao.org/>

Huey-Yen T., Yun-Hsin W., Wei-Li C., Mei-Yung H., Yau-Hung C.. 2007. Treatment whit sodium benzoate leads to malformation of zebrafish larvae. *Neurotoxicology and Teratology* (29) 562-569.

Kabuki T., Hadjime N., Megumi A., Shigeko U., Yoshiharu K., Shun'ichi D. 2000. Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. *Food Chemistry* 71 61-66

Leiro J, Garcia D, Arranz JA, Delgado R, Sanmartin ML, Orallo F. An anacardiaceae preparation reduces the expresión of inflammation-related genes in murine macrophages. *Int. immunopharmacology*. 4(8) 991-1003.

Lima Z. P., Severi J. A., Pellizzon P. H., Brito A. R. M. S., Solis P. N., Cáceres A., Girón L. M., Vilegas W., Hiruma-Lima C. A. 2006. Can the aqueous decoction of mango flowers be used as an antiulcer agent?. *Journal of Ethnopharmacology*. 106, 29-37.

Litz R. 1997. The mango: botany, production and uses. Florida, USA. CAB international.

Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jimenez L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*;79:727– 47.

Martínez Á. J. R. 2003. La evolución de los hábitos alimentarios en España: las nuevas tendencias, los nuevos alimentos y su relación con la salud. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Instituto de salud pública. 121-142.

Masibo M., He Q. 2008. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 70, 309-319.

Maureen H. Á., Prieto G. E. 1999. Plantas que contienen polifenoles. Antioxidantes dentro del estilo de vida. *Rev Cubana invest biomed*. 18 (1), 12-14.

Mpountoukas P, Vantarakis A, Sivridis E, Lialiaris T. 2008. Cytogenetic study in cultured human lymphocytes treated with three commonly used preservatives. *Food and Chemical Toxicology*

Mukherjee, S. K. 1972. The origin of the mango. *Indian J. Genet*. 2: 49.



- Muruganandan S., Srinivasan K., Guota S., Gupta P.K., Lal. J. 2005. Effect of mangiferin on hyperglycemia and atherogenicity in streptozotocin diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*. 97 (497-501).
- Neelam M., Subhash B., Vinod R. 2001. Immunomodulatory activity of alcoholic extract of *Mangifera indica* L. in mice. *Journal of ethnopharmacology*. 78 133-137.
- Nijveldt R. J., Nood E. van, Hoorn D. EC van, Boelens P. G., Norren van K., Leeuwen P. AM van. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanism of action and potential applications. *American journal clinical nutrition*. 74, 418-425.
- Núñez S. A. J., Castro V. H. T., Agüero A. J., Gonzáles G. J., Naddeo F., De Simona F., Rastrelli L. 2002. Isolation and quantitative Analysis of phenolic antioxidants, free sugars, and polyols from mango (*Mangifera indica* L.) stem bark aqueous decoction used in Cuba as a nutritional supplement. *Journal of agricultural and food chemistry*. 50, 762-766.
- Núñez S. Alberto J., Delgado H. R., Garrido G. G., García R. D., Guevara G. M., Pardo A. G. L. 2007. The paradox of natural products as pharmaceuticals experimental evidences of mango stem bark extract. *Pharmacological research* 55 (351-358).
- Ovaskainen M. L., Torronen R., Koponen J. M., Sinkko H., Hellstrom J., Reinivuo H., Mattila P. 2008. Dietary intake and major food sources of polyphenols in finish adults. *The journal of nutrition*. 138, 562-566.
- Palazón J., Cusidó R. M., Morales C. 2001. Metabolismo y significación biológica de los polifenoles del vino. *Revista de Enología*.
- Parmar S.S., Sharma R. S. 1990. Effect of mango (*Mangifera indica* L.) seed kernels pre-extract o the oxidative stability of ghee. *Food chemistry*; (35) No. 2 99-107.
- Parrotta J. A. 1993. *Mangifera indica* L. Mango. SO-ITF-SM-63. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
- Peck O., Ohtake T., Brandt C. I., Trickland S., Boguniewicz M., Ganz T., Gallo R. L., ans Leung D. Y. M. 2002. Endogenous Antimicrobial Peptides and Skin Infections in Atopic Dermatitis. *N. Engl J Med*. 347 (15): 10.
- Puravankara D. 2000. "Effect of Antioxidant Principles Isolated from Mango (*Mangifera indica* L.) Seed Kernels on Oxidative Stability of Buffalo Ghee (Butter Fat)". *J Sci Food Agric*, 80, 522-526.
- Rieger, M. 2006. *Introduction to Fruit Crops*. Binghamton, NY: Haworth Press.
- Rivera D. M. 2006. La biotecnología en plantas y aspectos biotecnológicos del mango. *Interciencia* 31 (2): 95 – 100.

Robbins R. J. 2003. Phenolics acids in food: An overview of analytical methodology. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51, 2866-2887.

Rukmini C., Vijayaraghavan M. 1984. Nutritional and toxicological evaluation of mango kernel oil. *JAOCS*; (61) 789-792.

Scalbert A. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30: 3875-3883. 1991.

Scartezzini P., Speroni E. 2000. Review of some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of ethnopharmacology*. 71, 23-43.

Sellamuthu PS, Muniappan BP, Perumal SM, Kandasamy M. 2009. Antihyperglycemic effect of mangiferina in streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of health science*. 55(2), 206-214.

Severi A. J., Pinheiro L. Z., Kushima H., Souza Brito Alba Regina Monteiro, Campener do Santos Lourdes, Vilegas Wagner, Hiruma-Lima Clélia Akiko. 2009. Polyphenols with antiulcerogenic action from aqueous decoction of mango leaves (*Mangifera indica L.*). *Journal molecules*. 14, 1098-1110.

Soong, Y.Y., Barlow, P. J. 2004. "Antioxidant Activity and Phenolic Content of Selected Fruit Seeds", *Food Chemistry* **88**, 411-417.

Soong, Y.Y., Barlow, P. J. 2006. Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan (*Dimocarpus longan Lour*) seed and mango (*Mangifera indica L.*) kernel and their effects on antioxidant activity. *Food chemistry*. 97, 524-527.

Suzimone de J. C., Juceni P. D., Jorge M. David. 2006. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. *Quim. Nova*. 29 No 6 pag. 1287-1300.

Swagatika S., Basanta K. D., Jyotirmayee P., Mohapatra B. C., B. K. Mishra, Ni. S. 2007. Effect of *Mangifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. *Fish and shellfish immunology* 23 109-118.

Turkoglu S. 2006. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of *Allium cepa L.* Elsevier *Mutation Research* 626 4-14.

Vandrendriessche H. 1976. Tropical fruit products. In: Tropical fruit processing Industry. Development Centre of the Organization, Paris, France, pp 15-16.

[www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx).

BIBLIOTECA DIVINA