



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS



**“POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE
HOJAS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* L.)”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PRESENTA:

ARACELI TORRES MARTÍNEZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DRA. ARELI CARRERA LANESTOSA

VILLAHERMOSA, TABASCO. AGOSTO DE 2024



UJAT
UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

" ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE "



División Académica de
Ciencias Agropecuarias

Coordinación de Estudios
Terminales



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
MÉXICO

**Asunto: Autorización de Impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 30 de abril de 2024.**

**LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo autoriza a (la) **C. Araceli Torres Martínez**, con matrícula **162C14007**, egresado(a) de la Licenciatura de Ingeniería en Alimentos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la impresión de su Trabajo Recepcional bajo la modalidad de Tesis, titulado: "**POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHICOZAPOTE (Manilkara zapota L.)**".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR**



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS

C.C.P. Archivo.

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª Sección, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3581500 ext. 6614
Correo electrónico: terminales.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

Declaración de autoría y originalidad

En la ciudad de Villahermosa Tabasco 10 del mes de julio del año 2024, el que suscribe Araceli Torres Martínez, alumna, del programa de Ingeniería en Alimentos con número de matrícula 162C14007, adscrito en la División de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la tesis presentada para la obtención del grado de licenciatura y titulada **"POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* L.)"**, dirigida por la Dra. Areli Carrera Lanestosa.

Declaro que:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual, ni los derechos de propiedad u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la ley federal del derecho de autor del 01 de julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la auditoria o falta de originalidad o contenido de la tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 10 de julio del 2024

Araceli Torres Martínez



Carta de cesión de derechos

Villahermosa, Tabasco a 10 de julio del 2024

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como Autora en la producción, creación y realización de la obra denominada "POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* L.)".

Con fundamento en el artículo 83 de la ley federal de los derechos de autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el enlace del artículo mencionado, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un periodo de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la universidad.

Colaboradores



ARACELI TORRES MARTINEZ.

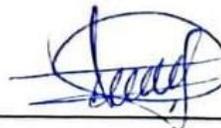


DRA. ARELI CARRERA LANESTOSA



JAVIER DAVID VILLEGAS LÓPEZ

Testigos



JAZMÍN PÉREZ TRINIDAD

DEDICATORIA

A Dios, por bendecir mi vida y guiar mis pasos en esta etapa.

A mi madre Amalia Martínez Gutiérrez que estuvo siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión, gracias por ser un gran ejemplo, una mujer valiente y luchadora que no desiste ante la adversidad.

A mi padre Juan Torres Arcos por el apoyo incondicional, por su paciencia y por compartir sus conocimientos y consejos. Muchas gracias.

A mis hermanos por su apoyo constante.

A la Dra. Areli Carrera Lanestosa por su apoyo en la realización de este trabajo por la paciencia y compromiso. Muchas gracias.

A mis maestros por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente y haberme brindado sus conocimientos.

A Javier David Villegas López por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Este trabajo de tesis fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología de Alimentos ubicado dentro del **Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias (CICA)**, bajo la dirección de la Dra. Areli Carrera Lanestosa. Fue financiado por el **Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET)**, a través del proyecto denominado **“Evaluación de la actividad antiinflamatoria e inmunomoduladora *in vitro* e *in vivo* de las plantas medicinales tradicionales en el estado de Tabasco”** con clave de registro **“PRODECTI-2020-01/018”**

ÍNDICE

Índice de Figuras	III
Índice de Tablas	III
RESUMEN	IV
PALABRAS CLAVES: Chicozapote, DPPH, ABTS, inflamación, TPA.....	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Enfermedades inflamatorias	3
2.1.1 Tipos de enfermedades inflamatorias	4
2.1.2 Tratamiento de las enfermedades inflamatorias	6
2.2 Importancia de las plantas medicinales	7
2.2.1 Actividad antioxidante de plantas medicinales.....	8
2.2.2 Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales.....	10
2.3 Generalidades de Manilkara zapota L.....	10
III. JUSTIFICACIÓN	12
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
V. HIPÓTESIS	15
VI. OBJETIVOS	16
6.1 Objetivo general.....	16
6.2 Objetivos específicos	16
VII. METODOLOGÍA	17
7.1 Recolección de muestras.....	17
7.2 Obtención de extractos	17
7.3 Evaluación de la actividad antioxidante <i>in vitro</i>	18
7.3.1 Actividad antioxidante <i>in vitro</i>	18
7.4 Evaluación del efecto antiinflamatorio <i>in vivo</i>	19
7.4.1 Aspectos éticos.....	19
7.4.2 Modelo antiinflamatorio: Edema auricular inducido por TPA en ratón	19
7.5 Diseño experimental y análisis estadístico	20
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
8.1 Actividad antioxidante <i>in vitro</i>	21
8.1.1 Ensayo DPPH.....	21

8.1.2 Ensayo ABTS	22
8.2 Evaluación del efecto antiinflamatorio <i>in vivo</i>	24
8.2.1 Determinación del curso temporal de la inflamación auricular inducida por TPA.....	24
8.3 Modelo antiinflamatorio: Edema auricular inducido por TPA en ratón.....	25
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
X. REFERENCIAS CITADAS	30

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Índice de Figuras

- Figura 1.** Captura de radicales libres en extracto acuoso (EA), etanólico (EE) e hidroalcohólico (EH) de hojas de *M. zapota*. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$)..... 21
- Figura 2.** Porcentaje de captura de ABTS en extracto acuoso (EA), etanólico (EE) e hidroalcohólico (EH) de hojas de *M. zapota*. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$)..... 23
- Figura 3.** Curso temporal de la inflamación auricular inducida por TPA. Se observa un crecimiento gradual de la inflamación del edema auricular cuando solo se aplica TPA. La indometacina reduce considerablemente el porcentaje de inflamación de la oreja tratada. *M. zapota* a una concentración de 5 mg, presenta una buena actividad antiinflamatoria, manteniendo los niveles de inflamación por debajo del 50%. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$)..... 25
- Figura 4.** **Efecto** antiinflamatorio de extractos acuosos (EA), etanólicos (EE) e hidroalcohólicos (EH) de hojas de *M. zapota* en el modelo auricular inducido con TPA. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre cada de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre dosis de extracto ($P < 0.05$). 26

Índice de Tablas

- Tabla 1.** Ejemplos de enfermedades inflamatorias 4

“POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* L.)”

RESUMEN.

En México, el árbol de Chicozapote (*M. zapota*) es conocido por su uso como alimento; debido a que es muy saludable y delicioso. Los extractos de semillas y hojas han mostrado la presencia de esteroides, triterpenoides, fenoles, glucósidos, etc; los cuales le brindan buena capacidad antioxidante. Para conocer la capacidad antioxidante *in vitro* y actividad antiinflamatoria *in vivo* en extractos de hojas de *M. zapota*, cultivadas en Tabasco, se llevaron a cabo las técnicas antioxidantes 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) y ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS), y la actividad antiinflamatoria por medio de una técnica *in vivo* sobre un modelo experimental en ratones con edema auricular inducido por acetato de 12-O-tetradecanoilforbol (TPA). Se realizaron tres extractos de hojas de *M. zapota*: EE (extracto etanólico), EH (extracto hidroalcohólico) y EA (extracto acuoso). Los resultados encontrados reportaron que todos los extractos evaluados tuvieron el mismo potencial antioxidante a una misma concentración cuando fueron evaluados por medio de la técnica de DPPH, no presentando diferencias estadísticas mínimas significativas ($P < 0.05$). En cuanto a la técnica antioxidante ABTS, fue EA el que mostró una mayor actividad antioxidante en comparación con los demás extractos, a diferentes concentraciones (4.6 – 28.5 %). En las pruebas *in vivo* sobre un modelo experimental en ratones, fue el extracto EE a una concentración de 5 mg el que mostró un mayor efecto antiinflamatorio en comparación con los otros extractos evaluados. Con los resultados encontrados, esta planta medicinal podría ser una alternativa válida natural para combatir el envejecimiento prematuro, así como disminuir y/o evitar la inflamación.

PALABRAS CLAVES: Chicozapote, DPPH, ABTS, inflamación, TPA.

ABSTRACT

In Mexico, the Chicozapote tree (*M. zapota*) is known for its use as food; because it is very healthy and delicious. Seed and leaf extracts have shown the presence of steroids, triterpenoids, phenols, glycosides, etc.; which provide good antioxidant capacity. To know the antioxidant capacity *in vitro* and anti-inflammatory activity *in vivo* in extracts from *M. zapota* leaves, grown in Tabasco, the antioxidant techniques 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), and anti-inflammatory activity by means of an *in vivo* technique on an experimental model in mice with atrial edema induced by 12-O-tetradecanoylphorbol acetate (TPA). Three extracts of *M. zapota* leaves were made: EE (ethanolic extract), EH (hydroalcoholic extract) and EA (aqueous extract). The results found reported that all the extracts evaluated had the same antioxidant potential at the same concentration when they were evaluated by the DPPH technique, not presenting minimally significant statistical differences ($P < 0.05$). Regarding the ABTS antioxidant technique, it was EA that showed greater antioxidant activity compared to the other extracts, at different concentrations (4.6 – 28.5%). In *in vivo* tests on an experimental model in mice, it was the EE extract at a concentration of 5 mg that showed a greater anti-inflammatory effect compared to the other extracts evaluated. With the results found, this medicinal plant could be a valid natural alternative to combat premature aging, as well as reduce and/or avoid inflammation.

KEYWORDS: Chicozapote, DPPH, ABTS, inflammation, TPA.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades inflamatorias son muy comunes en el mundo entero, estas enfermedades afectan a más del 80% de la población mundial, por lo que existe la tendencia al surgimiento de nuevas estrategias de tratamiento que sean más efectivas y provoquen a los pacientes la menor cantidad posible de efectos secundarios y reacciones adversas que los antiinflamatorios esteroideos y no esteroideos. Se dispone de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) no selectivos (indometacina, fenilbutazona y naproxeno), con muchas reacciones adversas, y más recientemente los AINEs selectivos de COX-2 (nimesulida, celecoxib), que erróneamente se pensó tendrían la ventaja de inhibir la inflamación con pocos efectos adversos. Sin embargo, en la práctica el uso de este tipo de fármacos se ha limitado debido al riesgo de efectos adversos tales como: toxicidad gastrointestinal, retención de líquidos e hipertensión y enfermedad renal.

Durante la pandemia mundial COVID-19, fuimos golpeados y generó durante la enfermedad, un cuadro inflamatorio, que en conjunto con el sistema inmune disminuido en la población ha cobrado vidas humanas en el estado de manera masiva; una de las alternativas naturales para obtener un sistema inmune reforzado es el uso de plantas medicinales que empíricamente las personas han utilizado con el paso de los años, que no presentan efectos adversos, que está a la mano de todos y que se necesita una validación científica para probar su efectividad (Rodríguez et al., 2020).

Aproximadamente el 1% de las plantas medicinales han sido estudiadas a fondo en sus propiedades medicinales. Por lo tanto, es claro que debe realizarse una mayor investigación biológica *in vitro* e *in vivo*, en virtud de elucidar el posible beneficio medicinal de estas plantas (Regalado y Sánchez, 2015).

Tabasco es rico en diversas plantas medicinales, por lo cual se hace importante conocer su uso empírico, para que en un futuro no lejano sean utilizadas en las industrias alimentarias, farmacéuticas, entre otras. Es por eso, que en Tabasco se ha realizado una recopilación de estas plantas por diversas instituciones (Magaña *et al.*,

2010). La presente investigación tiene el objetivo de determinar el uso tradicional antioxidante y antiinflamatorio de *Manilkara zapota* L. por medio de ensayos *in vitro* e *in vivo* sobre un modelo experimental en ratones con edema auricular inducido por acetato de 12-O-tetradecanoilforbol (TPA).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Enfermedades inflamatorias

El sistema inmunológico se ha desarrollado gradualmente como un complejo único.

Actúa como una red que defiende al cuerpo de sustancias extrañas tanto de enfermedades infecciosas, como no infecciosas.

Un mal funcionamiento de la red inmunológica, conduce a inflamación crónica y enfermedades como trastornos inflamatorios del intestino, artritis, asma, dolencias neurodegenerativas y enfermedades autoinmunes (Konuku et al., 2017).

La inflamación consiste en una cascada estrictamente regulada de procesos inmunológicos, fisiológicos y conductuales dirigidos por moléculas de señalización inmune solubles llamadas "citoquinas" proinflamatorias las cuales son: el factor de necrosis tumoral (TNF- α), interleucina-1 β (IL-1 β), interleucina-6 (IL-6) e interferón- γ (IFN- γ), las cuales estimulan los macrófagos inflamatorios M1, que eleva los mediadores inflamatorios como la prostaglandina E2 (PGE2) y leucotrienos (LT-4) y óxido nítrico (NO) por ciclooxigenasa-2 (COX-2), 5-lipoxigenasa (5-LOX) e inducible óxido nítrico sintasa (iNOS) (Kamalakararao et al., 2017). Estos estímulos inflamatorios se reconocen por primera vez por las células huésped a través de receptores transmembrana específicos, llamados receptores de reconocimiento de patrón (PRR), que son expresados por células tanto de sistemas inmunes innatos como adaptativos. Los PRR son receptores codificados en la línea germinal, los cuales son responsables de detectar la presencia de microorganismos infectantes, así como la incidencia de cualquier daño celular.

El primer paso de la cascada inflamatoria implica el reconocimiento de la infección o daño. Esto se logra típicamente mediante la detección de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs), que están dirigidos específicamente a motivos generales de moléculas expresadas por patógenos y los patrones moleculares asociados al daño (DAMPs), que son moléculas endógenas capaces de señalar el

daño o necrosis y también son reconocidas por el sistema inmune innato. Una ventaja de la detección de estas señales es que la orientación inadvertida de las células huésped y tejidos se minimiza. La última fase de la inflamación es su resolución, regeneración de las células originales y restablecimiento a la normalidad de la zona en la que se produjo el daño. Durante la inflamación aguda, estas células producen prostaglandinas proinflamatorias y leucotrienos, pero rápidamente cambian a las lipoxinas, que bloquean más el reclutamiento de neutrófilos y en su lugar favorecen la infiltración mejorada de monocitos importantes para la cicatrización de heridas (Vega-Robledo, 2008; Rodríguez et al., 2010).

2.1.1 Tipos de enfermedades inflamatorias

Agudas: Las inflamaciones agudas muestran una rápida respuesta, cuando entra en contacto el agente irritante en el organismo, liberando sustancias que son mediadoras para defender al organismo a alguna lesión externa y/o interna.

Crónicas: Es un proceso prolongado, existiendo en ese tiempo destrucción tisular, inflamación activa y un repetitivo intento de reparación (Tabla 1)(Robbins y Cotran, 2010).

Tabla 1. Ejemplos de enfermedades inflamatorias

Enfermedades inflamatorias	
Anafilaxis	Gota
Artritis reumatoide	Lupus eritematoso
Asma	Osteoartritis
Ateroesclerosis	Pénfigo
Colitis ulcerosa	Psoriasis
Dermatitis atópica	Rechazo Xenoinjerto
Enfermedad del Alzheimer	Sarcoidosis
Enfermedad de Crohn (enteritis regional)	Sindr. Isquemia-reperfusion
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	Sindr. Fiebre periódica
Esclerosis múltiple	Tiroiditis de Hashimoto
Espondilitis anquilosante	Vasculitis

Fuente: (García-Barreno, 2008)

Las enfermedades inflamatorias intestinales, es una del grupo de enfermedades crónicas caracterizadas, porque si no son tratadas con un buen medicamento pueden volver a presentarse cada vez que haya un agente agresor que las impulse. Las más comunes son la enfermedad de Crohn (EC) y la Colitis ulcerosa (CU) y se manifiestan con la aparición de síntomas intestinales como diarrea, heces con sangre y dolor abdominal. También pueden presentar síntomas extra intestinales tales como fatiga, pérdida de peso y dolor en las articulaciones (Van Assche et al., 2010).

Estas enfermedades pueden causar estragos graves en la salud de los seres humanos, debido a que también producen cambios físicos, emocionales y sociales. Por ello, se deben consumir medicamentos que puedan traer consigo una mejor calidad de vida (Masach et al., 2007).

Las enfermedades inflamatorias intestinales (EII), donde destacan la colitis ulcerosa (CU) y la enfermedad de Crohn (EC), corresponden a una serie de patologías inflamatorias de etiología multifactorial que afectan principalmente el tracto intestinal.

Estas enfermedades son tratadas con frecuencia y se les da una gran importancia clínica, porque son peligrosas, a tal grado de poner en riesgo la vida del paciente con la aparición de ciertos cánceres (Russel and Stockbrugger, 1996).

Actualmente, su tratamiento es sólo sintomático a través del uso de moduladores de la inflamación, como mesalazina o ácido 5-aminosalicílico, esteroides e inmunosupresores, de elevado costo y en muchos casos de evolución clínica desfavorable. Por este motivo, se debe conocer cual es el mecanismo por el cual se desarrollan estas enfermedades para poder contrarrestar de la mejor manera con mejores tratamientos (Ortigosa, 2005).

La CU se caracteriza por una inflamación que afecta en su inicio principalmente el recto, pudiendo extenderse en forma continua y difusa hacia el colon.

Por otro lado, la EC se caracteriza por el desarrollo de una inflamación crónica y transmural, que puede comprometer todos los segmentos del tracto digestivo, afectando preferentemente el íleon terminal, colon y región perianal (Ortigosa, 2005).

Las heridas presentan superficies globulosas en la mucosa, lesiones profundas, etc. A pesar que ya existen parámetros para identificar el CU y el EC, hay ocasiones que no se hace posible saber cual de las dos enfermedades está presente (10% a 15%), denominándose como “colitis indeterminada” (Masach et al., 2007).

2.1.2 Tratamiento de las enfermedades inflamatorias

Los medicamentos se utilizan para el tratamiento de enfermedades inflamatorias, son los antiinflamatorios esteroides y no esteroides, estos medicamentos confieren una potente actividad antiinflamatoria, y una administración a largo plazo; teniendo varios efectos secundarios graves sobre las funciones de los órganos (Konuku et al., 2017).

En el tratamiento de la inflamación los antiinflamatorios esteroideos o glucocorticoides son los más potentes, actúan por diversas vías: reducen el número y la activación de eosinófilos, reducen la proliferación de linfocitos T, disminuyen la cantidad de monocitos (células presentadoras de antígeno), células dendríticas, mastocitos, y otras células inflamatorias, y por lo tanto inducen una disminución en la producción de citoquinas y mediadores pro inflamatorios. Estos efectos son producidos por diversos mecanismos, entre ellos la síntesis de proteínas.

El incremento de las reacciones adversas y los efectos secundarios de los medicamentos antiinflamatorios, han estimulado la búsqueda de nuevos principios activos con mayores niveles de efectividad e inocuidad. Las investigaciones en esta dirección sitúan a las plantas medicinales como uno de los materiales de partida más prometedores, pues son de fácil acceso y de bajo costo, y poseen millones de compuestos químicos naturales aún desconocidos (Morales et al., 2020).

Por ende, en los últimos tiempos en diversos países, han sentido el impulso y necesidad en volver a utilizar plantas medicinales o fuente de estas plantas, para el alivio de diversas enfermedades,

El objetivo de utilizar las plantas medicinales es porque han demostrado que son inócuas en comparación con los medicamentos de síntesis química y que tienen una

gran potencia farmacéutica (Maury et al., 2011). Se ha observado un incremento en el interés por estas plantas y sus productos derivados de ellas, como una posibilidad de obtención de los compuestos bioactivos para la fabricación de fármacos inócuos. Estas plantas han sido reconocidas por los médicos del mundo y casi el 80 % de las personas que viven en países en desarrollo las consumen para alguna dolencia o malestar físico; por lo que es necesario conocer a fondo el tipo de molécula involucrada en esta efectividad, dosificación de los extractos para poder tener una certeza en desarrollar agentes antiinflamatorios seguros a partir de estas plantas (Regalado y Sánchez, 2015; Marín Sisley et al., 2017).

2.2 Importancia de las plantas medicinales

La OMS define a la planta medicinal como cualquier especie vegetal que contiene sustancias que puede ser empleada para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos puede servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos.

Desde tiempos remotos se han utilizado las plantas medicinales para aliviar diversas enfermedades, y esto ha ocasionado el uso de fitofármacos potentes, de bajo costo y que no presentan ninguna toxicidad, en comparación con los medicamentos químicos. Se ha dicho que los medicamentos y las plantas son métodos opuestos, pero según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Cáncer en Estados Unidos, más del 67% se originan de la naturaleza y que el 25% de estos, se derivan de las plantas medicinales (Gallegos-Zurita, 2016).

Cada día se presta más atención al estudio de las plantas medicinales de forma que la etnobotánica, la fitoterapia y la fitoquímica están tomando un auge insospechado, más de cuatro mil millones de personas, utiliza las plantas como principal remedio medicinal, según nos señala la OMS. Estas ideologías de uso está asociada a las prácticas antiguas de los abuelos; sin embargo, hacen falta estudios científicos y clínicos que comprueben de manera contundente los efectos biológicos de las plantas medicinales, así como sus compuestos bioactivos (Escalona, 2015; Espinoza-Moreno et al., 2017).

Las plantas medicinales y sus productos y sustancias bioactivas pueden tener efectos biológicos como: antiinflamatorios, antioxidantes, antidiabéticos, inmunomodulares, etc.

En los años 70, creció el interés por las actividades inmunomoduladoras y antiinflamatorias entre los científicos de la época. Durante los años 80, se publicaron artículos sobre las propiedades inmunomoduladoras de compuestos aislados de hongos y plantas. Algunos agentes de inmunofarmacología fueron revisados en 1982, y sugirieron que los compuestos bioactivos de las plantas son importantes para el desarrollo de medicamentos con actividad inmunomoduladora (Sánchez et al., 2002).

Los estudios que evalúan la actividad antiinflamatoria de plantas y productos naturales se han fundamentado en modelos farmacológicos *in vivo*. Se ha reportado que los terpenos, compuestos glicosilados, ginsenósidos, flavonoides (luteolina, quercetina, luteolina 7-glucosido, genistina, gerraniina, corilagina), lignanos (salvinina, calocedrina, pinorecsinol, lariciresinol glicósido), aislados de diferentes especies de plantas presentan una actividad antioxidante y antiinflamatoria significativa (Morales, 2018).

2.2.1 Actividad antioxidante de plantas medicinales

La oxidación por radicales libres, se deriva a estrés oxidativo iniciado por especies reactivas de oxígeno (ROS) causando daño celular por reacciones redox severas de proteínas, daño en el ADN y peroxidación de lípidos.

Este estrés oxidativo conduce a inflamación, artritis, cáncer, trastornos neurogenerativos y envejecimiento de las células (Mohanapriya, et al., 2019).

Los radicales libres son definidos como moléculas que tienen número impar de electrones o estructuras químicas capaces de detener una existencia independiente que contiene uno o más electrones no apareados. Esta peculiaridad química los hace muy reactivos y los hace reaccionar con las moléculas circundantes de las que toman los electrones que necesitan, así se provocan reacciones en cadena en las que cada molécula implicada se convierte a su vez en reactiva y tiende a conseguir su estabilidad. cuando dos estructuras de radicales libres unen sus pares de electrones

sin aparear, pueden formar un enlace covalente, un ejemplo es la reacción del superóxido (O_2) con el radical óxido nítrico (NO) para dar el anión peroxinitrito (Huie and Padmaj, 1993).

Con el paso del tiempo, el hombre ha buscado que los alimentos que consumen sean ricos en antioxidantes que ayuden a retardar el envejecimiento celular a causa de los radicales libres. La fibra dietética y los compuestos antioxidantes son dos conceptos que generalmente se utiliza por separado tanto en la industria de los alimentos como en la nutrición (Sayag-Ayerdi et al., 2007).

La actividad antioxidante es la capacidad que tiene una sustancia antioxidante para disminuir la presencia de las especies reactivas del oxígeno antes de su ataque a diversos sustratos (Huang et al., 2005).

Un antioxidante es una sustancia con la capacidad de donar electrones a otra un radical libre, para neutralizarlo. Los antioxidantes terminan estas reacciones quitan e inhiben otras reacciones oxidándose entre ellos mismos. El radical es libre del antioxidante no está reactivo para continuar con la propagación (Lui, 2004; Saiz and López, 2010).

Los compuestos bioactivos naturales están presentes en la mayoría de las plantas. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas y naturalmente presentes en casi todos los materiales vegetales, incluidos los productos alimenticios de origen vegetal. El grupo más abundante en la naturaleza de los compuestos bioactivos, son los compuestos fenólicos, dentro de ellos están presentes los tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos. Las sustancias activas como los alcaloides, flavonoides, antocianinas, entre otras, son importantes antioxidantes y juegan un papel primordial en los efectos biológicos, tales como antioxidante, diurético, antiinflamatorio, antitumoral y antimicrobiano (Puertas- Mejía et al., 2013). Las sustancias activas de las plantas, como los antioxidantes son utilizados en la industria alimentaria, farmacéutica, energética, cosmética, entre otras.

2.2.2 Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales

Normalmente el proceso inflamatorio se lleva a cabo cuando existe en si una infección en el cuerpo humano. El uso acelerado e inapropiado de los medicamentos para contrarrestar las enfermedades de tipo infeccioso causada por microorganismos, ha propiciado que dichos microorganismos inicien un proceso de resistencia a fármacos (Rodríguez *et al.*, 2010). Este problema ocasiona que ya las dosis de los fármacos no sean suficientes para contrarrestar el problema generado, por lo cual el uso de medicamentos inflamatorios se está volviendo incierto. Es por ello, que se empieza a mirar distintas formas de alternativas para el tratamiento de las infecciones, como sustancias naturales con propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias de fuentes naturales como las plantas (Howden *et al.*, 2010).

Por este motivo, la OMS promueve la búsqueda constante de nuevos antibióticos y antiinflamatorios que contrarresten la resistencia de los microorganismos ya existentes y los reemergentes, por lo que se ha incrementado el interés de las plantas medicinales debido a que contienen una gran cantidad de principios activos que pueden ser útiles en el desarrollo de antibióticos y antiinflamatorios (Vega-Menchaca *et al.*, 2013). En México las que se han utilizado de forma tradicional para la inflamación son: *Solanum nigrum* (Ravi *et al.*, 2009), *Phyllanthus amarus* (Mahat and Patil, 2007), *Syringa patula* (Desouky and Gamal-Eldeen, 2009), *Plumeria acuminata* (Gupta *et al.*, 2006), *Pistia stratiotes* (Kyei *et al.*, 2012), *Manilkara zapota* (Konuku *et al.*, 2017), entre otras.

2.3 Generalidades de Manilkara zapota L.

El chicozapote (*M. zapota* L.) es un árbol perennifolio, desarrolla un gran porte, de 25 a 30 m (hasta 45 m) de altura, diámetro a la altura del pecho de hasta 1.25 m, sin contrafuertes (United States Department of Agriculture, 2006). Este árbol tiene un tronco recto con ramas numerosas, sus flores presenta un cáliz de dos verticilos de tres sépalos cada uno, presenta un color verdoso en el sépalo y una corola blanca, solitarias axilares (Peiris, 2007; CONABIO, 2005).

El fruto de chicozapote es una baya de 5 a 10 cm de diámetro, puede ser un poco redondeada, ovalado o elipsoidal. Cuando esta inmadura es muy dura, gomoso (presenta cierta cantidad de látex en su interior), y muy agrio; presentan una cascara morena y áspera, un endocarpio jugoso y carnosos (Singh and Somadey, 2005). Las hojas tienen 7.5 a 11.25 cm de longitud y de 2.5 a 3.8 cm de ancho, son verde oscuro y lustrosas en el haz, dispuestas en espiral, alteradas y agrupadas en la punta bifurcadas de las ramas, en las puntas de los brotes las hojas son espirales, dispuestas y agrupadas; todas presentan una forma simple, elíptica a oblonga, margen entero, ápice obtuso o poco acuminado, coriáceo, brillante luz de haz, pálida en el envés, glabra y papirácea (CONABIO, 2005; Atlas de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

En México este árbol es conocido principalmente por su uso como alimento ya que es muy saludable y la pulpa del fruto produce un dulce sabor debido a su gran contenido de azúcar, siendo considerado uno de los mejores frutos en las regiones donde se presenta esta especie. Además de su alto valor nutricional, por otro lado, es la principal fuente natural para la producción de látex, cual se obtiene en mayor cantidad en los días lluviosos (Arrivallaga, 1997; Vargas et al., 2008). Además, se han reportado que en los extractos de semillas y hojas de *M. zapota* L. muestran la presencia de esteroides, triterpenoides, fenol, glucósido, carbonilo y menor cantidad de cumarina y contenido de tanino en benceno (Mohanapriya, et al., 2019). Los fenoles, flavonoides y triterpenos pueden tener un efecto antiinflamatorio debido a la inhibición de una enzima, que reduce el nivel prostaglandinas en el proceso inflamatorio. Los saponósidos (saponinas) son heterósidos cuya genina puede ser esteroidea (hespirostano o furostano) o triterpénica (oleonano, ursano, damarano y otros); y se ha demostrado que las especies vegetales con saponinas y triterpenoides son antiinflamatorios (Villena and Arroyo, 2012). Tabasco cuenta con una diversidad de flora medicinal, sin embargo es necesario conocer el uso de las plantas medicinales, las cuáles se han utilizado empíricamente a través de los años, pero que ahora se pretende analizar de manera profunda y científica.

III. JUSTIFICACIÓN

En México, se han utilizado las plantas medicinales desde nuestros ancestros, hasta la fecha. El uso de las plantas se sigue utilizando por las sustancias bioactivas que contiene en su interior, las cuáles se ha podido combinar el uso empírico con el quehacer científico para el tratamiento de diversos padecimientos. En este país las plantas medicinales se han utilizado de manera empírica para el uso de infusiones, tés, etc; para controlar o aliviar dolores, enfermedades crónicas, enfermedades infecciosas, así como lograr evitar la resistencia bacteriana y la toxicidad por el uso de medicamentos de síntesis química. Hay que tomar en cuenta que tampoco podemos usar de forma desmedida los recursos naturales, debemos cuidarlos y reproducirlos, así como lograr que ese saber científico siga fluyendo a través de las generaciones.

Las enfermedades inflamatorias son la causa más importante de muerte en el mundo y la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica las enfermedades crónicas como la mayor amenaza para la salud humana y se prevé que la prevalencia de enfermedades asociadas con la inflamación crónica aumente de manera persistente durante los próximos 30 años (Morales-León, 2020).

De acuerdo con la OMS, los procesos inflamatorios son un problema de salud pública y se ha llegado a la conclusión que es mejor tener hábitos de prevención y no de tratamiento para estos padecimientos, por ello hay que revalorar las plantas y determinar sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias para lograr de forma natural su prevención. Trabajos recientes han logrado determinar que los extractos de plantas y frutos contienen compuestos bioactivos o metabolitos secundarios que poseen actividad farmacológica y propiedades terapéuticas importantes para el tratamiento de diversas enfermedades gastrointestinales, dérmicas, del sistema nervioso central, diabetes, hipertensión y cáncer, así como actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas, antimicóticas, antiprotozoarias, relajantes, sedativas, etc.

Las plantas medicinales cultivadas en el municipio de centro del estado de Tabasco, México, podrían servir como elemento de referencia para la terapéutica médica y como

guía esencial en la investigación de nuevos productos antiinflamatorios de origen vegetal, los cuales podrían ser utilizados en el control empírico del envejecimiento prematuro, así como disminuir y/o evitar la inflamación.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo varía la actividad antioxidante y antiinflamatoria de los extractos acuosos, alcohólicos e hidroalcohólicos de hojas de chicozapote (*Manilkara zapota* L.) y cuál de estos extractos presenta mayor potencial terapéutico?

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

V. HIPÓTESIS

Los extractos alcohólicos e hidroalcohólicos de hojas de chicozapote (*Manilkara zapota* L.) presentan una mayor actividad antioxidante y antiinflamatoria en comparación con los extractos acuosos.

México.

Autónoma de Tabasco.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Evaluar la actividad antioxidante y antiinflamatoria de extractos acuosos, alcohólicos e hidroalcohólicos de hojas de chicozapote (*M. zapota* L.).

6.2 Objetivos específicos

- Determinar la actividad antioxidante de los extractos de hojas de chicozapote (*M. zapota* L.), utilizando ensayos *in vitro*.
- Evaluar el efecto antiinflamatorio *in vivo* de los extractos de hojas de chicozapote (*M. Zapota* L.), mediante el modelo experimental de ratones con edema auricular inducido por acetato de 12-O-tetradecanoilforbol (TPA).

VII. METODOLOGÍA

7.1 Recolección de muestras

Se obtuvieron las muestras de hoja de *M. zapota* L. en la División Académica de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el km 25 de la carretera Villahermosa-Teapa, Tabasco, México. Las hojas obtenidas fueron secadas a temperatura ambiente, dentro de un cuarto oscuro con un deshumidificador, colocándolas en anaqueles con papel de estraza hasta que estuvieron completamente secas. Posteriormente, se molieron en una licuadora Variable Speed Waring 7011s hasta obtener un tamaño de partícula reducido y finalmente fueron tamizadas en malla 40 mm. Las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico de aproximadamente 500 mL y fueron colocados dentro de un desecador hasta su uso.

7.2 Obtención de extractos

Se obtuvieron los extractos al 5 % (p/v), de acuerdo a la metodología de Dutta et al. (2010), donde se pesó 50 g de hojas secas y molidas y se suspendió en 1000 mL de agua destilada (extracto acuoso), etanol al 99.9% (extracto etanólico) y una mezcla hidroalcohólica etanol/agua (70:30 v/v)(extracto hidroalcohólico).

Para los extractos acuosos se utilizó un termoagitador MS1 minishaker IKA a 90 °C durante 30 minutos. Los extractos hidroalcohólicos y etanólicos se obtuvieron a temperatura ambiente con una agitación continua de 150 rpm, en un agitador orbital Orbit Shaker LAB-LINE durante 24 h.

Concluido el tiempo de extracción, se filtró al vacío con la ayuda de un matraz Kitasato colocándole un embudo büchner y un papel filtro marca Whatman No.1 (2 mm). Se recuperaron los sobrenadantes y al residuo sólido nuevamente se le agregó 1000 mL del solvente correspondiente. Se repitió el proceso de extracción una vez más y el sobrenadante total obtenido de los extractos se centrifugó a 2,700 x g por 30 min a 10 °C. en una centrífuga Mikro220R Hettich.

Posteriormente, al extracto hidroalcohólico se le eliminó el disolvente inorgánico por medio de un evaporador rotatorio; una vez obtenido los extractos fueron congelados y se liofilizó hasta eliminar totalmente el agua. Finalmente, fueron guardados en un desecador a temperatura ambiente hasta su uso.

7.3 Evaluación de la actividad antioxidante in vitro

7.3.1 Actividad antioxidante *in vitro*

7.3.1.1 Ensayo DPPH

Para determinar la capacidad de captación de radicales libres de los extractos se empleó la metodología propuesta por Shimada et al. (1992), la cual consiste en emplear el radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH). Se disolvieron los extractos liofilizados en agua o etanol al 95 %, según el tipo de extracto, a una concentración de 500 µg/mL, se tomaron alícuotas de 150 µL y se mezclaron con 1,350 µL de DPPH (0.1 mM en etanol). Las mezclas se agitaron en vortex por 20 s y se dejaron reaccionar durante 30 min a temperatura ambiente protegida de la luz. Concluida la reacción se determinó la absorbancia en un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 517 nm. Como control positivo se utilizó el ácido ascórbico y todos los análisis se realizarán por triplicado.

7.3.1.2 Ensayo ABTS

Se determinó de acuerdo con el método de Pukalskas et al. (2002). Se preparó una solución stock del radical catión 2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS), disolviendo 54.8 mg de ABTS (2 mM) en 50 mL de buffer salino de fosfatos (PBS 0.01 M, pH 7.4). El radical catión ABTS⁺ se originó al reaccionar 10 mL de la solución stock de ABTS con 40 µL de K₂S₄O₈ 70 mM preparado 16-17 h antes de su uso. Para estudiar los compuestos antioxidantes, se diluyó 7 mL del radical ABTS⁺ en 52 mL de buffer PBS hasta alcanzar una absorbancia de 0.8 ± 0.030 medida a una longitud de onda de 734 nm.

La medición de la actividad antioxidante de las muestras se efectuó mezclando 10 μL del extracto y 990 μL de radical ABTS diluido, en microtubos de 2 mL, para posteriormente leer la absorbancia a 734 nm después de 6 min.

7.4 Evaluación del efecto antiinflamatorio in vivo

7.4.1 Aspectos éticos

A los animales sometidos a diversos tratamientos, se les ocasiona estrés y dolor, por lo que se les otorgo un trato digno y un manejo adecuado en el momento del sacrificio, éste último bajo efecto anestésico para evitar el dolor y sufrimiento al animal.

Los proyectos son aprobados por la Comisión para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio (CCUAL) de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. La producción, manejo y cuidado de los modelos experimentales se llevó a cabo en el Bioterio de la Facultad de Medicina (UAEM). El peso de los ratones es de 28 a 40 gr, colocados en grupos experimentales de 5 individuos para cada tratamiento, asignado aleatoriamente bajo condiciones medio-ambientales controladas de temperatura (21 ± 1 °C), humedad relativa (55 %) y 12 h de luz/oscuridad, con acceso a agua y alimento a libre demanda (los modelos son alimentados con pellets de alimento comercial (Prolab 2500 Rodent diet, Circulo ADN SA de CV.), acorde con los requerimientos nutricionales para roedores.

7.4.2 Modelo antiinflamatorio: Edema auricular inducido por TPA en ratón

Se emplearon ratones albinos CD1 machos de 28 a 40 g, entre siete a diez semanas ($n = 6-10$), suministrados por el bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y mantenidos en condiciones estándar. Se administró el irritante 13-acetato de 12-tetradecanoilforbol (TPA, 2.5 $\mu\text{g}/\text{oreja}$) (Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA) sólo (control negativo) o en conjunto con indometacina 500 $\mu\text{g}/\text{oreja}$ como control positivo (Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA) o con la sustancia evaluada (fracción o extracto 0.01- 5 mg/oreja) disueltas en acetona (Mallinckrodt Chemicals) vía tópica en la oreja derecha (volumen total: 20

$\mu\text{L}/\text{oreja}$, $10 \mu\text{L}/\text{cara}$). La oreja izquierda se emplea como control. Transcurridas cuatro h se sacrificaron los animales por dislocación cervical y se obtuvo una muestra circular de cada pabellón auricular por sacabocado (7 mm de diámetro). Se calculó la diferencia de peso entre oreja tratada y no tratada:

Las biopsias de ambas orejas (oreja izquierda control y derecha oreja tratada) fueron pesadas en una balanza analítica para obtener el porcentaje de inflamación utilizando el siguiente cálculo:

$$\% \text{ de inflamación} = \left(\frac{100 * \text{peso de biopsia tratado con EMR}}{\text{peso de biopsia tratada con vehículo}} \right) - 100$$

Se considera como actividad antiinflamatoria moderada la inhibición del edema del 35 al 65% y como buen efecto antiinflamatorio un valor mayor de 65%.

7.5 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental para la parte *in vitro* se llevó a cabo un diseño completamente al azar, donde las variables dependientes fueron los tipos de extractos analizados de *M. zapota* L. (acuoso, etanólico e hidroalcohólico) y las variables de respuesta es la actividad antioxidante obtenido por medio de las técnicas DPPH y ABTS, teniendo en esta etapa del estudio un total de tres tratamientos con tres réplicas. Para las pruebas *in vivo* se llevó a cabo un diseño bifactorial cuyos factores fueron: los tipos de extractos acuosos, etanólicos e hidroalcohólicos (3 niveles) y el tiempo de tratamiento (3 semanas), siéndo la variable de respuesta el efecto antiinflamatorio.

Todos los resultados fueron procesados mediante estadística descriptiva utilizando medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar). Para cada una de las pruebas: *in vitro* e *in vivo* se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias por el método de Tuckey, para establecer las diferencias entre los tratamientos.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Actividad antioxidante *in vitro*

8.1.1 Ensayo DPPH

Los resultados de los extractos de hojas de *M. zapota* a concentraciones de 100-1000 $\mu\text{g/mL}$, mostraron un rango de porcentaje de captación de radicales libres de 50.56 - 93.53% encontrándose diferencias estadísticas significativas entre las distintas concentraciones analizadas ($P < 0.05$). Se observa en la Figura 1 que la capacidad antioxidante fue directamente proporcional al aumento de la concentración de los extractos, sin embargo; los porcentajes de captación de radicales libres fueron similares al evaluarse los distintos extractos a las mismas concentraciones de extracto.

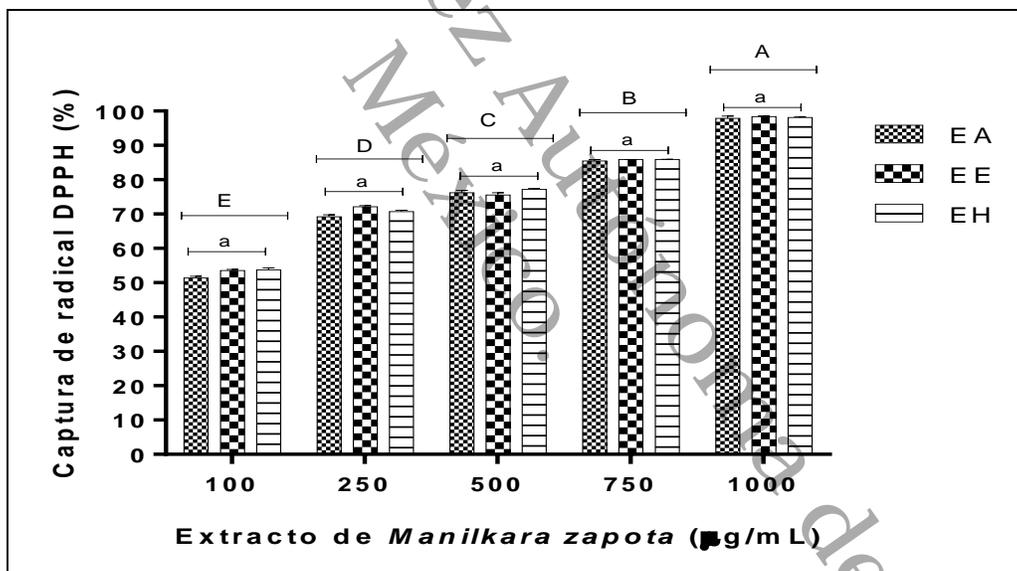


Figura 1. Captura de radicales libres en extracto acuoso (EA), etanólico (EE) e hidroalcohólico (EH) de hojas de *M. zapota*. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$).

En la figura anterior, se puede observar que la actividad antioxidante fue aumentando con el incremento de las concentraciones de cada extracto, sin embargo; no hubo diferencias en esta actividad en los tipos de extractos a una misma concentración.

Los resultados reportados en el presente estudio, es similar a lo reportado Shanmugapriya et al. (2011), los cuales reportaron actividades antioxidantes de 64.5, 50.5 y 52.8 % en extractos etanólicos, acuosos y acetónicos de semillas de *M. zapota*, respectivamente; a una concentración de 500 µg/mL. Otro autores reportaron altas actividades antioxidantes de 93.6 y 92.9 en extractos acuosos y etanólicos de hojas de *M. zapota* a 250 µg/mL (Mohd Tamsir et al., 2010).

Los resultados de los distintos estudios revisados pueden deberse a que los extractos de semillas y hojas de *M. zapota* han mostrado la presencia de esteroides, triterpenoides, fenol, glucósido, carbonilo y menor cantidad de cumarina y contenido de tanino en benceno (Mohanapriya, et al., 2019).

Sin embargo, para obtener resultados más precisos sobre el potencial antioxidante Es imperativo que uno debe evaluar más de un método antioxidante y en más de un solvente en una sola planta. Esto es necesario porque las plantas son ricas en metabolitos secundarios y no se sabe cuál predomina; y también el mecanismo de acción de diferentes ensayos de antioxidantes es diferente (Chanda & Nagani, 2010).

Se puede inferir entonces que esta planta podría ser utilizada como aditivo en la industria alimentaria que proporciona una buena protección contra el daño oxidativo (Chanda & Nagani, 2010).

8.1.2 Ensayo ABTS

Los resultados de los extractos de hojas de *M. zapota* a concentraciones de 100-1000 µg/mL, mostraron un porcentaje de captura del radical ABTS de 4.6 – 28.5 % encontrándose diferencias estadísticas significativas entre las distintas concentraciones analizadas ($P < 0.05$).

El extracto acuoso mostró un mayor porcentaje de captura de ABTS en comparación con los demás extractos evaluados, existiendo diferencias estadísticas mínimas significativas ($P < 0.05$).

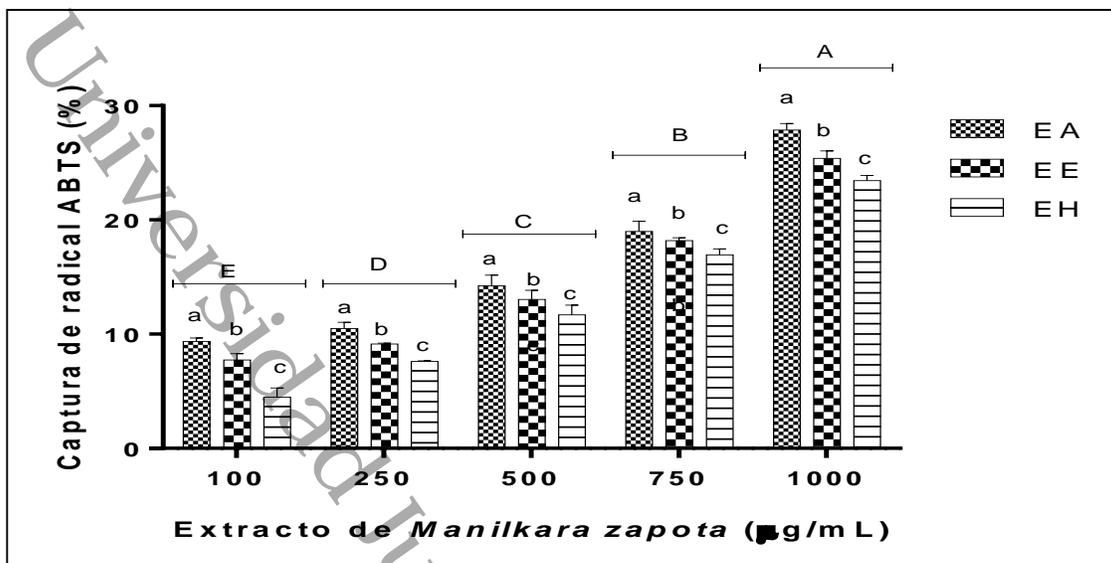


Figura 2. Porcentaje de captura de ABTS en extracto acuoso (EA), etanólico (EE) e hidroalcohólico (EH) de hojas de *M. zapota*. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$).

En la figura 2 se puede observar que el extracto acuoso fue el que mostró una mayor actividad antioxidante, a distintas concentraciones (100-1000 $\mu\text{g/mL}$). Cuando se evaluaron los distintos extractos a una misma concentración fue también el extracto acuoso de hojas de *M. zapota* el que mostró una mayor actividad antioxidante.

Los resultados del presente trabajo son menores a los publicados por otros autores, los cuales han reportado una actividad antioxidante de 60.6 y 51.75 % en extractos de semillas de *M. zapota* a una concentración de 500 $\mu\text{g/mL}$ (KShanmugapriya et al., 2011). Islam et al. (2021), reportaron en extractos etanólicos de hojas de *M. zapota* un porcentaje de 56.2 % a una concentración de 100 $\mu\text{g/mL}$. A 1000 $\mu\text{g/mL}$ otro autor reportó una actividad antioxidante de 63.2 y 70.42 % en extractos etanólicos de pulpa y piel de *M. zapota* (Kannan et al., 2013).

Los extractos de la planta *M. zapota* se mostró un excelente potencial antioxidante, esto puede ser debido a los fitoquímicos encontrados; se han identificado un total de 39 fitoconstituyentes (Mohd Tamsir et al., 2010).

Se identificaron varios tipos de metabolitos, incluidos compuestos fenólicos, aminoácidos, azúcares y otros. La presencia de ácido m-cumárico, ácido quínico,

robinetinidol-4alfa-ol, isoorientina 6''-O-cafeato y apocinina A, podría contribuir a las altas capacidades fenólicas y antioxidantes del extracto. Por lo tanto estos resultados, muestran de manera convincente una gran fuente de diversos antioxidantes contra las enfermedades crónicas inherentes al envejecimiento prematuro. Con los resultados obtenidos en los estudios revisados en el párrafo anterior, se puede deducir que esta planta podrían contribuir a un papel importante en la prevención o inhibición de enfermedades. Estos resultados también revelan la amplia gama de compuestos existentes en las hojas de *M. zapota* que podrían ser responsables de sus beneficios para la salud (Mohd Tamsir et al., 2010).

8.2 Evaluación del efecto antiinflamatorio *in vivo*

8.2.1 Determinación del curso temporal de la inflamación auricular inducida por TPA.

La determinación del efecto antiinflamatorio de extractos acuosos, etanólicos e hidroalcohólicos de *M. zapota* fue evaluado mediante el curso temporal de la inflamación; dicho método consiste en medir el grosor de la oreja dónde se aplicó TPA, seguido de los tratamientos, durante cada hora un lapso de cuatro horas. La oreja que solamente se le administró el TPA, se consideró como control negativo, aumentando su grosor en todas los tiempos evaluados, siendo a la hora cuatro la que presentó mayor grosor. En cambio, la oreja que no recibió tratamiento (control basal) no presentó un incremento en el grosor. El control positivo utilizado en este modelo fue indometacina (1 mg/oreja), el cual se encuentra en el mercado de manera comercial y forma parte de las terapias actuales. El TPA induce una inflamación bastante severa y gradual: $148.2 \pm 19.6\%$. La indometacina demostró poseer un efecto antiinflamatorio bastante efectivo, siendo capaz de disminuir significativamente la inflamación del edema auricular, manteniendo un porcentaje de inflamación de $2.1 \pm 1.7\%$. La oreja tratada con *M. zapota* (1 y 5 mg/oreja) redujo el proceso inflamatorio del edema auricular, manteniendo una inflamación del 71.2 ± 33.2 y $44.5 \pm 15.5 \%$, respectivamente (Figura 3).

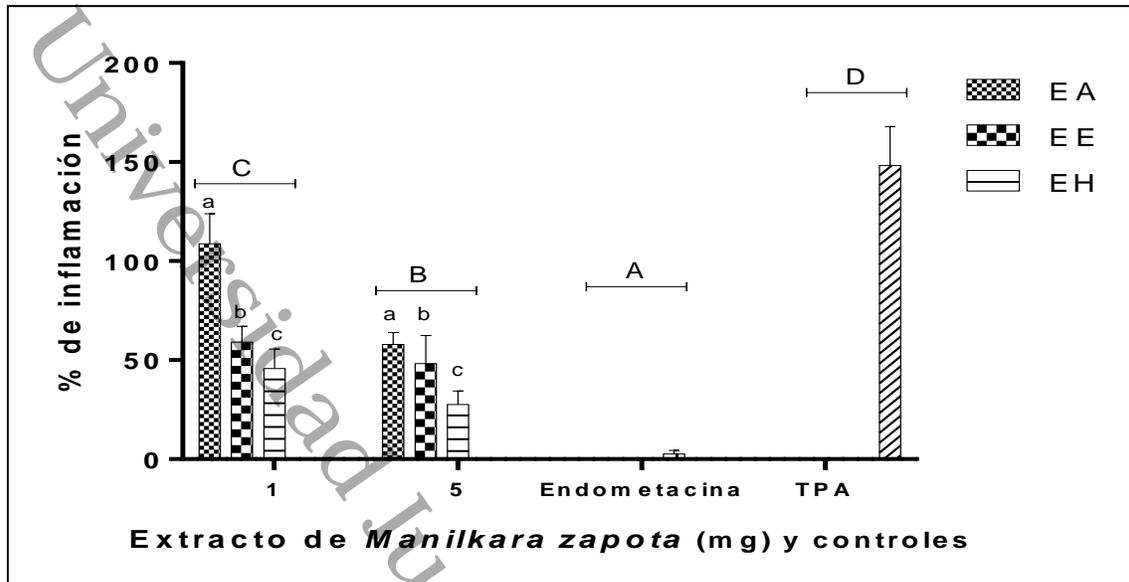


Figura 3. Curso temporal de la inflamación auricular inducida por TPA. Se observa un crecimiento gradual de la inflamación del edema auricular cuando solo se aplica TPA. La indometacina reduce considerablemente el porcentaje de inflamación de la oreja tratada. *M. zapota* a una concentración de 5 mg, presenta una buena actividad antiinflamatoria, manteniendo los niveles de inflamación por debajo del 50%. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre concentración de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre cada extracto ($P < 0.05$).

8.3 Modelo antiinflamatorio: Edema auricular inducido por TPA en ratón

El efecto antiinflamatorio de *M. zapota* se determinó mediante el modelo de inflamación auricular inducida por TPA, una vez que se aplicó el TPA a la oreja, se administraron dos dosis de los tratamientos (1 y 5 mg/oreja), después de un lapso de cuatro horas, se obtuvo una biopsia de la oreja tratada y otra biopsia de la oreja sin tratamiento para así poder realizar los cálculos del porcentaje del efecto antiinflamatorio. Los resultados de los extractos de *M. zapota* demostraron que la inflamación del edema es recíprocamente menor cuando se aumenta la dosis, siendo la concentración de 5 mg de extracto etanólico el que presentó mejor actividad, reportando un 68.9 ± 6.8 % de efecto antiinflamatorio (Figura 4).

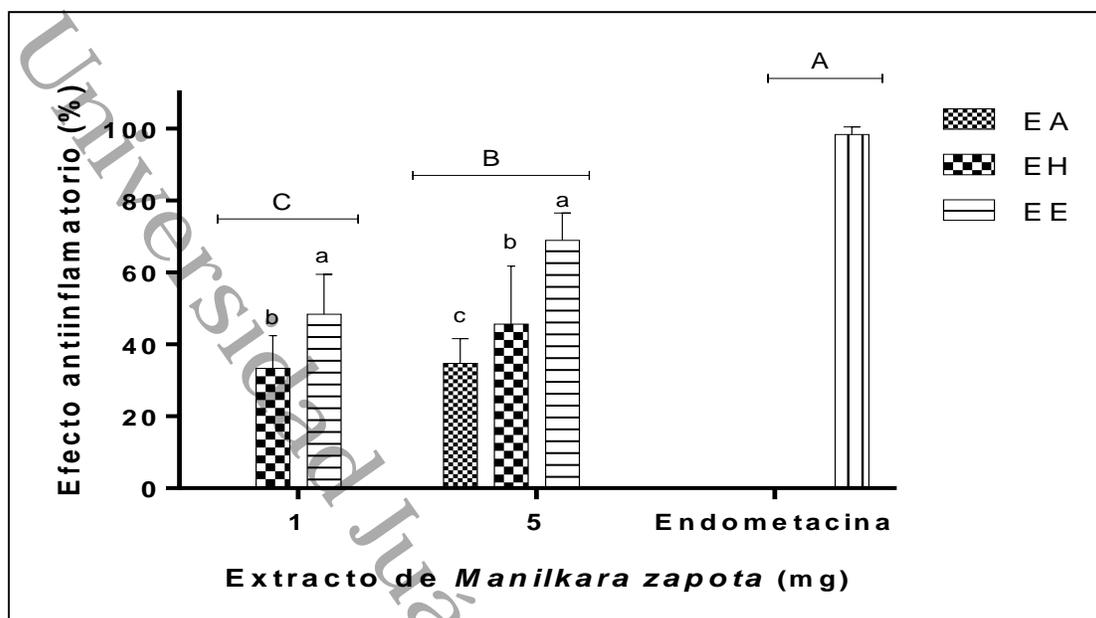


Figura 4. Efecto antiinflamatorio de extractos acuosos (EA), etanólicos (EE) e hidroalcohólicos (EH) de hojas de *M. zapota* en el modelo auricular inducido con TPA. Letras mayúsculas significan diferencias estadísticas entre cada de extracto ($P < 0.05$). Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre dosis de extracto ($P < 0.05$).

Se observa en la figura 4, que fue el extracto etanólico el que mostró un mayor efecto antiinflamatorio a una concentración de 5 mg. El extracto acuoso no mostró efecto antiinflamatorio a una concentración de 1 mg.

Estos resultados reportados en el presente estudio son menores a lo publicado en extractos de acetato de etilo y metanólicos de hojas de *M. zapota*; los cuáles mostraron un efecto antiinflamatorio de 78 y 49 % a 400 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente sobre un edema inducido por carragenina en pata trasera durante cinco horas (Kamalakararao et al., 2017). En otros estudios se evaluó extracto metanólico de raíz de *M. zapota* en edema producido por carragenina en pata trasera durante cuatro horas, y se encontró un porcentaje de efecto antiinflamatorio de 59.7 % a una concentración de 400 mg/Kg de peso (Hossain et al., 2012).

Por otro lado se ha evaluado el extracto metanólico de raíz de *I. sonorae* y se encontró un efecto antiinflamatorio de 37.2 % a una concentración de 10 mg sobre un edema inducido por TPA en oreja durante cuatro horas (López, 2019).

El modelo de inducción de edema auricular inducido por TPA es un método muy utilizado para generar una inflamación aguda que permite estudiar el mecanismo e inhibición de la inflamación. La aplicación de 2.5 µg TPA induce una inflamación que aumenta de manera gradual y el edema llega a presentar su pico máximo cuatro horas después (De Young et al., 1989). El proceso inflamatorio generado por el TPA induce la producción de prostaglandinas y leucotrienos que favorecen la aparición del edema, adicionalmente también favorece la expresión de citocinas proinflamatorias como el TNF-α (Murakawa et al., 1991). En esta prueba, el comportamiento del TPA agregado de manera tópica fue consistente con lo reportado al presentar un aumento del 148.2 ± 19.6 % de inflamación en la hora 4 respecto al tiempo 0.

El extracto etanólico de hojas de *M. zapota* a una concentración mayor de 5 mg mostró un mayor efecto antiinflamatorio en comparación con los extractos acuosos e hidroalcohólicos, mostrando entre ellos diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), esto puede deberse a que con solventes de polaridad intermedia puede probarse la presencia de flavonoides en una cantidad significativa (169,37 mg/g de extracto seco). Flavonoides que son compuestos naturales que están presentes en la mayoría de las plantas. Estos compuestos se han considerado con propiedades antiinflamatorias, tanto *in vitro* como *in vivo* (Hossain et al., 2012).

Por otro lado las cortezas de *M. zapota* también han sido reportadas por presentar concentraciones de taninos, los cuáles son fitoquímicos conocidos por ser potentes inhibidores de la ciclooxigenasa-1 y con actividad antiflogística. Los mecanismos de la actividad antiinflamatoria podría también estar relacionada con la acción antiflogística de los taninos (Hossain et al., 2012).

Es por ello que la investigación se ha centrado actualmente en la medicina herbolaria para disminuir y combatir la inflamación; se han logrado obtener medicamentos a base de hierbas de una infinidad de plantas en el mundo y se ha logrado curar una amplia variedad de enfermedades inflamatorias sin efectos secundarios (Kamalakararao et al., 2017).

El efecto antiinflamatorio de *M. zapota* es evidente y este extracto podría coadyubar a obstaculizar cualquier tipo de inflamación, actuando como un agente antiinflamatorio natural, los cuáles son apoyados por la Asociación Farmacéutica que impulsa a las acciones con drogas ayurvédicas (Kamalakararao et al., 2017).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Los extractos de *M. zapota* con mejor actividad antioxidante fue el EA en comparación con otros extractos evaluados. En cuanto al efecto antiinflamatorio sobre un modelo experimental en ratones, solo EE mostró una actividad antiinflamatoria en comparación con los demás extractos evaluados. Por otro lado, el EE presentó un mejor efecto antiinflamatorio a una concentración de 5 mg. Se puede inferir entonces que el EA de *M. zapota* pudo presentar mayor cantidad de fitoquímicos que pudieron presentar altas capacidades antioxidantes, sin embargo; el EE pudo extraer compuestos bioactivos de polaridad intermedia que pudieron tener un mayor efecto antiinflamatorio, en comparación con EA y EH. Se ha descubierto que las actividades antiinflamatorias de los extractos de *M. zapota* se deben a su actividad inhibidora de 5-LOX y PLA2. Se sugieren nuevos estudios que puedan aislar e identificar la nueva molécula antiinflamatoria de los extracto de hojas de *M. zapota*. Con los resultados descritos de *M. zapota* esta planta medicinal podría ser una alternativa válida natural para combatir el envejecimiento prematuro, así como disminuir y/o evitar la inflamación.

X. REFERENCIAS CITADAS

Atlas de la Medicina Tradicional Mexicana (2009), consultado; <https://www.researchgate.net/publication/301894285> Atlas de las plantas de la Medicina Tradicional Mexicana Atlas of the Plants of Mexican Indigenous Medicine.

Arrivallaga, A. (1997). Chicle, chicleros y chiclería sobre su historia. Paten. México.

Chanda, S. V., & Nagani, K. V. (2010). Antioxidant Capacity of *Manilkara zapota* L. Leaves Extracts Evaluated by Four *in vitro* Methods. *In Nature and Science*, 8 (10), 1-15.

Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), (2005). *Manilkara zapota*, consultado: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/64-sapot4m.pdf

Desouky, S.K. & Gamal-Eldeen, A.M. (2009). Cytotoxic and antiinflammatory activities of some constituents from the floral buds of *Syringa patula*. *Pharm Biol*, 47, 872-7.

De Young, L.M., Kheifets, J.B., Ballaron, S.J., Young, J.M. (1989). Edema and cell infiltration in the phorbol ester-treated mouse ear are temporally separated and can be differentially modulated by pharmacologic agents. *Agents Actions*, 26, 335-41.

Dutta, P.K., Razu, M.M.T., Alam, M.K., Awal, M.A. & Mostofa, M. (2010). Comparative efficacy of aqueous extract of *Stevia* (*S. rebaudiana* Bertoni) leaves and metformin hydrochloride (Comet®) in streptozotocin induced diabetes mellitus in rats. *Int J Biol Res*, 2(8), 17-22.

Escalona, L.J., Aguilar, A.T., Martínez, A.E. & Mojena, M.L.A. (2015). Traditional use of medicinal plants for the major adult in the mountain community Corralillo Arriba. Guisa, Granma. (In Spanish). *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 20(4), 429-43.

Espinosa-Moreno, J., Centurión-Hidalgo, D., Mayo-Mosqueda, A. & Velázquez-Martínez, J.R. (2017). Plantas aromáticas y medicinales con potencial actividad antimicrobiana. Villahermosa, Tabasco: José N. Roviroso.

Gallegos-Zurita, M. (2016). Medicinal plants: main alternative for health care, in the rural town of Babahoyo, Ecuador. (In Spanish). *An Fac med*, 77(4), 327-32.

García-Barreno, P. (2008) Inflamación, IX Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica. *Rev.R. Acad.Cienc. Exact.Fís. Nat. (Esp)*, 102, (1), 91-159.

Guindi, M., & Riddell, R.H. (2004) Indeterminate colitis. *Journal Clin Pathol*, 57, 1233-4

Gupta, M., Mazumder, U.K., Gomathi, P. & Thamil, S.V. (2006). Antiinflammatory evaluation of leaves of *Plumeria acuminata*. *BMC Alternative Complementary Med*, 6(36), 25-35.

Hossain, M., Jahan, F., Dey, S. K., Hira, A., Ahmed, A., & Sarkar, R. P. (2012). Evaluation of Anti-inflammatory Activity and Total Flavonoids Content of *Manilkara zapota* (Linn.) Bark. In *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 35(1), 1-18.

Howden, B.P., Davies, J.K., Johnson, P.D.R., Stinear, T.P. & Grayson, M.L. (2010). Reduced Vancomycin Susceptibility in *Staphylococcus aureus*, Including Vancomycin-Intermediate and Heterogeneous Vancomycin-Intermediate Strains: Resistance Mechanisms, Laboratory Detection, and Clinical Implications. *Clin. Microbiol. Rev*, 23(1), 99.

Huang, D., Cu, B. & Prior R, L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 53(6), 18-41.

Huie, Z. R. & Pagmaj, S. (1993). The reaction of No with superoxide. *Free Radical Reasearch Commum*, 18, 195-199.

Islam, S., Alam, M. B., Ann, H. J., Park, J. H., Lee, S. H., & Kim, S. (2021). Metabolite profiling of *manilkara zapota* L. Leaves by high-resolution mass spectrometry coupled with esi and apci and in vitro antioxidant activity, α -glucosidase, and elastase inhibition assays. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 1-17.

Kannan, G., Ramakrishnan, B., & Kuppamuthu, K. (2013). Comparison of antioxidant potential in pulp and peel extracts of *Manilkara zapota* L.) P. Royen. *African Journal of Biotechnology*, 12(31), 4936–4943.

Kshanmugapriya, R., Payal, H., Peer Mohammed, S., Binnie, W., & Professor, A. (2011). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents of *Artocarpus heterophyllus* and *Manilkara zapota* seeds and its reduction potential.

Konuku, K., Karri, K. C., Gopalakrishnan, V. K., Hagos, Z., Kebede, H., Naidu, T. K., Noyola, P. P., Palleti, J. D., & Rao Duddukuri, G. R. D. (2017). Anti-inflammatory activity of manilkara zapota leaf extract. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 9(4), 130.

Kyei, S., Koffuor, G.A. & Boampong, J.N. (2012). The efficacy of aqueous and ethanolic leaf extracts of *Pistia stratiotes* Linn. in the management of arthritis and fever. *Journal Med Biomed Sci*, 1, 29-37.

López, F.M. (2019). Evaluación del efecto anti-inflamatorio y toxicidad aguda de nuevos análogos de α -aminofosfonatos [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos].

Lui, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. *Journal of nutrition*, 134-145.

Magaña, M.A., Gama, L.M. & Mariaca, R.M. (2010). El uso de las plantas medicinales en las comunidades mayachontales de Nacajuca, Tabasco, México. *Polibotánica*, 29, 213-262.

Mahat, M.A., & Patil, B.M. (2007). Evaluation of anti-inflammatory activity of methanolic extracts of *Phyllanthus amarus* in experimental animal models. *Indian J Pharma Sci*, 4,33-5.

Marin Sisley, G. M., Max Horna, F. Y., Ríos Isern, F., Aranda-Ventura, J., & Villacrés Vallejo, J. (2017). Actividad inmunoestimulante del extracto acuoso liofilizado de la planta entera de *Physalis angulata* L. en ratas albinas cepa Holtzman. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 2(1), 38.

Masachs, M., Casellas, F. & Malagelada J. (2007) Traducción, adaptación y validación al español del cuestionario de calidad de vida de 32 ítems (IBDQ-32) de la enfermedad inflamatoria intestinal. *Rev Esp Enferm Dig*, 99, 511-519.

Maury, G. L., Humberto Joaquín Morris Quevedo, D., Albear, J. M., Chibás, L. C., & Rosa Catalina Bermúdez Savón, D. (2011). Plantas y hongos comestibles en la modulación del sistema inmune. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 30(4), 511–527.

Mohanapriya, C., Uma, S., Nithyalakshmi, V., Rajmohan, K. S., Vijay, P., Pulla, R. H., Muthukumar, C., & Gopinath, M. (2019). *In Vitro* Evaluation of Secondary Metabolites: Characterization and Antimicrobial Activity of *Manilkara zapota* L. Seed Extract. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, 89(2), 729–738.

Mohd Tamsir, N., Mohd Esa, N., Nursalwah, S., Omar, C., & Shafie, N. H. (2020). *Manilkara zapota* L. P. Royen: Potential Source of Natural Antioxidants. In *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 16(6), 37-46.

Morales, J. A., González, A., Peña, D., Guardia, Y., & Torres, E. (2018). *In vitro* anti-inflammatory activity of aqueous, ethanolic and ethereal extracts of rhizomes, leaves and stems of *Anredera vesicaria*. *Journal Anal Pharm Res.*, 7(4), 459-461.

Murakawa, S., Sekine, T., Narita, K. ichi, & Nishina, D. (1991). Study of the effects of a river on the thermal environment in an urban area. *Energy and Buildings*, 16(34), 993–1001.

NOM-062-ZOO-1999 (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

Ortigosa, L. (2005) Concepto actual y aspectos clínicos de la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. *Colombia Médica*, 36, 16-24.

Páramo, J. A. (2020). Inflammatory Response in Relation to COVID-19 and Other Prothrombotic Phenotypes. *Reumatología Clínica*, 20, 4-7.

Peiris, K. (2007). Sapodilla, *Manilkara Zapota* L. Van Royen. Sri Lanka: Fruit Crops Research and Development centre Horana.

Puertas-Mejía, M. A., Rios-Yepes, Y., & Rojano, B. A. (2013). Determinación de antocianinas mediante extracción asistida por radiación de microondas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de alto consumo en Antioquia- Colombia. *Revista cubana de plantas medicinales*, 18, 6-10.

Pukalskas, A., Van Beek, T.A., Venskutonis, R.P., Linsen, J.P.H., Van Veldhuizen, A. & Grood, A. (2002). Identification of radical scavengers in sweet grass (*Hierochloa odorata*). *J agric and food chem*, 50, 2914-2919.

Ravi, V., Saleem, T.S.M., Patel, S.S., Raamamurthy, J. & Gauthaman, K. (2009). Antiinflammatory effect of methanolic extract of *Solanum nigrum* Linn Berries. *Int Journal Appl Res Nat Prod*, 2,33-6.

Regalado, A. I., Sánchez, L. M., Mancebo, B. (2015). Anti-inflammatory activity of methanolic extracts of leaves and stems of *Tabebuia hypoleuca* (C. Wright) Urb. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 3 (5), 109-117.

Robbins & Cotran (2010). Patología estructural y funcional. Capítulo: Inflamación aguda y crónica. 8va edición. Elsevier España, p:47-116.

Rodríguez, I., Aguilar, D., & León, J. (2020). Anti-inflammatory activity of medicinal plants. *REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 4, 320–332.

Rodríguez, R.G., Morales, M.E., Verde M.J., Oranday, A., Rivas, C., Núñez, M.A., González G.M. & Treviño J.F. (2010). Actividad antibacteriana y antifúngica de las

especies *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire) y *Ariocarpus retusus* (Scheidweiler) (Cactaceae) *Rev Mex Cienc Farm*, 41 (1), 55-59.

Russel, M.G. & Stockbrugger, R.W. (1996) Epidemiology of inflammatory bowel disease: an update. *Scand J Gastroenterol* 31, 417-27.

Saiz, M J., & Lopez, G. N. (2010). Obtención y aplicación de extractos naturales, CNTA (Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria. Laboratorio de EBRO).

Sánchez, C., Gupta, M. & Santana, A. (2002). Actividad inmunomoduladora de las plantas (I). *Revista de Fitoterapia*, 2(2), 151-163.

Sayag-Ayerdi, S, G., Arranz, S., Serrano J. & Goñi, I. (2007). Dietary fiber content associated antioxidant compounds in roselle flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) *Beverage Journal Agricultural and food chemistry*, 55, 377-83.

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J Agric and Food Chem*, 40, 945-948.

Singh, M., & Somadey. (2005). Indian Medicinal plants. India: Satish serial publishing house.

United States Department of Agriculture. (2016). Consultado el 20 de febrero de 2020, disponible en: <https://plants.usda.gov/home>

Villena, C.A., & Arroyo A.J.L. (2012). Efecto antiinflamatorio del extracto hidroalcohólico de *Oenothera rosea* (*Yawar socco*) en ratas con inducción a la inflamación aguda y crónica. *Ciencia e Investigación*, 15(1), 15-19.

Van Assche. G., Dignass A, Panes J, Beaugerie L, Karagiannis J, Allez M. (2010). European Crohn's and Colitis Organisation (ECCO). The second European evidence-based Consensus on the diagnosis and management of Crohn's disease: Definitions and diagnosis. *J Crohn's colitis*, 4,7-27.

Vargas, M., Gonzales, S., Escamilla, J. & Tamayo, J. (2008). Alternativa para la comercialización del chicozapote (*Achras sapota*): Tecnología de los tratamientos mínimos, Mexico: cuarta época.

Vega-Menchaca, M.C., Verde-Star, J., Oranday-Cárdenas, A., Morales-Rubio, M.E., Núñez-González, M.A., Rivera-Guillén, M.A., Serrano-Gallardo, L.B., Rivas-Morales, C. (2013). Antibacterial and citotoxic activity of *Leucophyllum frutescens* (Berl) I.M. Johnst

from Northern México against *Staphylococcus aureus* clinical isolates. (In Spanish). *Rev Mex Cienc Farm*, 44 (2), 24-30.

Vega-Robledo, G. & Bertha V. (2008). Inmunología para el médico general, Inflamación. Departamento de Medicina Experimental, Facultad de Medicina, UNAM. *Rev Fac Med UNAM*, 51(5), 12-16.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	"Potencial antioxidante y antiinflamatorio de extractos de hojas de chicozapote (<i>manilkara zapota</i> L.)"
Autor(a)	Araceli Torres Martínez
ORCID:	0009-0001-4002-650X
Resumen:	<p>En México, el árbol de Chicozapote (<i>M. zapota</i>) es conocido por su uso como alimento; debido a que es muy saludable y delicioso. Los extractos de semillas y hojas han mostrado la presencia de esteroides, triterpenoides, fenoles, glucósidos, etc; los cuales le brindan buena capacidad antioxidante. Para conocer la capacidad antioxidante in vitro y actividad antiinflamatoria in vivo en extractos de hojas de <i>M. zapota</i>, cultivadas en Tabasco, se llevaron a cabo las técnicas antioxidantes 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) y ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS), y la actividad antiinflamatoria por medio de una técnica in vivo sobre un modelo experimental en ratones con edema auricular inducido por acetato de 12-O-tetradecanoilforbol (TPA). Se realizaron tres extractos de hojas de <i>M. zapota</i>: EE (extracto etanólico), EH (extracto hidroalcohólico) y EA (extracto acuoso). Los resultados indicaron que todos los extractos evaluados tuvieron el mismo potencial antioxidante a una misma concentración cuando fueron evaluados por medio de la técnica de DPPH, no presentando diferencias estadísticas mínimas significativas ($P < 0.05$). En cuanto a la técnica antioxidante ABTS, fue EA el que mostró una mayor actividad antioxidante en comparación con los demás extractos, a diferentes concentraciones (4.6 – 28.5 %). En las pruebas in vivo sobre un modelo experimental en ratones, fue el extracto EE a una concentración de 5 mg el que mostró un mayor efecto antiinflamatorio en comparación con los otros extractos evaluados. Con los resultados encontrados, esta planta medicinal podría ser una alternativa válida natural para combatir el envejecimiento prematuro, así como disminuir y/o evitar la inflamación.</p>
Palabras claves:	Chicozapote, DPPH, ABTS, inflamación, TPA.
Referencias citadas:	<p>Chanda, S. V, & Nagani, K. V. (2010). Antioxidant Capacity of Manilkara zapota L. Leaves Extracts Evaluated by Four in vitro Methods. In Nature and Science, 8 (10). Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), (2005). Manilkara zapota, consultado: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/64-sapot4m.pdf</p>

POTENCIAL ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE CHICOZAPOTE (Manilkara zapota L.)

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Internet	586 palabras – 7%
2	gacetajuchiman.ujat.mx Internet	219 palabras – 3%
3	tesis.ipn.mx Internet	177 palabras – 2%
4	www.scribd.com Internet	111 palabras – 1%
5	docplayer.es Internet	83 palabras – 1%

EXCLUIR CITAS ACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES DESACTIVADO
EXCLUIR COINCIDENCIAS < 50 PALABRAS

U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
JEFATURA DE ESTUDIOS TERMINALES