



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

DOCTORADO EN CIENCIAS POR INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DE ESPECIES VEGETALES CON
ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE EN LA COMUNIDAD DE
MALPASITO EN HUIMANGUILLO, TABASCO**

EDELIA CLAUDINA VILLARREAL IBARRA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

H. CARDENAS, TABASCO, MÉXICO

2014

La presente tesis intitulada: “ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DE ESPECIES VEGETALES CON ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE EN LA COMUNIDAD DE MALPASITO EN HUIMANGUILLO, TABASCO” realizada por la alumna: EDELIA CLAUDINA VILLARREAL IBARRA; bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:


DR. DAVID JESUS PALMA LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:


DR. PEDRO ANTONIO LÓPEZ

ASESOR:


DRA. LUZ DEL CARMEN LAGUNES

ASESOR:


DR. CARLOS FREDY ORTIZ GARCÍA

ASESOR:


DRA. EUSTOLIA GARCIA LÓPEZ

ASESOR:


DRA. MARIA AZUCENA ORANDAY
CARDENAS

H. Cárdenas, Tabasco, México, 21 de Marzo del 2014



**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS
COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de postgraduados, la que suscribe **EDELIA CLAUDINA VILLARREAL IBARRA** alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Pedro Antonio López por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DE ESPECIES VEGETALES CON ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE EN LA COMUNIDAD DE MALPASITO EN HUIMANGUILLO, TABASCO**" y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

EDELIA CLAUDINA VILLARREAL IBARRA

DR. PEDRO ANTONIO LOPEZ

Vo. Bo. Director de tesis

DR. DAVID JESUS PALMA LOPEZ

Vo. Bo. Profesor Consejero

ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DE ESPECIES VEGETALES CON ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE EN LA COMUNIDAD DE MALPASITO EN HUIMANGUILLO, TABASCO

Edelia Claudina Villarreal Ibarra

Colegio de Postgraduados, 2014

RESUMEN

Ante el incremento de enfermedades crónico-degenerativas uno de los recursos terapéuticos por excelencia lo representa la medicina tradicional, la presente investigación documenta y evalúa farmacológicamente las plantas utilizadas para el control de la Diabetes Mellitus (DM) en la comunidad de Malpasito, dentro de la Reserva Ecológica de Agua Selva en Huimanguillo, Tabasco, México como un aporte a la validación científica. Registra un inventario del conocimiento tradicional de las plantas medicinales, con información sobre el uso terapéutico, forma de preparación y parte vegetal utilizada. La información se recabó mediante entrevistas estructuradas TRAMIL. Se registraron 128 especies distribuidas en 63 familias botánicas, los usos medicinales se agruparon y clasificaron en 17 categorías. 36 especies se emplean en el tratamiento empírico de la DM, entre las más importantes destacan *Tradescantia spathacea* (Commelinaceae) y *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (*Sapotaceae*), seleccionadas para estudios de toxicidad frente al crustáceo *Artemia salina*, cuyo efecto nulo y los resultados de su citotoxicidad mediante el ensayo de Rojo Neutro en la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos CRL-2522, resulta un bajo efecto citotóxico, por lo que ambos extractos evaluados se pueden considerar seguros. La actividad biológica se determinó mediante el estudio preclínico *in-vivo* en ratas diabéticas Sprague Dawley inducidas experimentalmente con (EZT), los extractos administrados en dosis única de 100mg/Kg vía i.g. para *M. zapota* y *T. spathacea* mostraron la reducción de la hiperglicemia a las 4 horas, frente al fármaco hipoglucemiante metformina. Se considera un estudio preliminar de la actividad biológica dado que se demostró que ambas plantas poseen actividad farmacológica disminuyendo los niveles de glicemia, resultados que contribuyen a la validación de su uso en la medicina tradicional en el tratamiento de la DM, integrando así el estudio etnofarmacológico de ambas especies medicinales empleadas en la comunidad de Malpasito.

Estudios futuros se sugieren para el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios responsables de la actividad hipoglucemiante que permitan dilucidar los posibles mecanismos de acción antihyperglucemiante de *M. zapota* y *T. spathacea*.

Palabras clave: Medicina tradicional, Diabetes, Citotoxicidad, *Artemia salina*.

ETHNOPHARMACOLOGICAL STUDY OF PLANTS WITH HYPOGLYCAEMIC ACTIVITY IN THE COMMUNITY MALPASITO IN HUIMANGUILLO, TABASCO

Edelia Claudina Villarreal Ibarra

Colegio de Postgraduados, 2014

ABSTRACT

Given the increase in chronic degenerative diseases one of the therapeutic resources represents quintessential traditional medicine, this research documents and pharmacologically evaluated the plants used for the control of Diabetes Mellitus (DM) in the community of Malpasito within the Water Ecological Reserve Forest in Huimanguillo, Tabasco, México as a contribution to scientific validation. It records an inventory of traditional knowledge of medicinal plants, with information on the therapeutic use, method of preparation and uses plant part. The information was collected through structured interviews TRAMIL. 128 species distributed in 63 botanical families were recorded medicinal uses were grouped and classified into 17 categories. 36 species are used in the empirical treatment of DM among the most important are *Tradescantia spathacea* (Commelinaceae) and *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (Sapotaceae), selected for toxicity studies against the crustacean *Artemia salina* with null effect results, cytotoxicity studies with Neutral Red assay on adherent cell line normal human fibroblasts CRL-2522, the cytotoxic effect is low, so that both extracts tested can be considered safe. The biological activity was determined by the in-vivo in diabetic Sprague Dawley rats with experimentally induced (STZ) preclinical study, extracts administered via a single dose of 100 mg/kg ig *M. zapota* and *T. spathacea* showed hyperglycemia reduction at 4 hrs compared to metformin hypoglycemic drug. A preliminary study of the biological activity is considered since it was shown that both plants have pharmacological activity decreasing blood glucose levels, results contribute to the validation of its use in traditional medicine in the treatment of DM, thus integrating the study ethnopharmacological both medicinal species used in the community of Malpasito.

Future studies are suggested for the isolation and identification of secondary metabolites responsible for the hypoglycemic activity to elucidate the possible mechanisms of antihyperglycemic action of *M. zapota* and *T. spathacea*

Key words: Traditional medicine, Diabetes, Cytotoxicity, *Artemia salina*.

DEDICATORIA

A Dios por su grandeza inconmensurable...

A mis hijos Paola Melissa, Guillermo y Juan Isaac quienes con su valiosa compañía e incondicional comprensión vigorizan mi andar por el camino de la vida.

A mis padres Edelia y Armiro por formar mi férreo carácter y persistencia, mi reconocimiento y cariño.

A mis hermanos, sobrinos, tíos y todas aquellas personas que han sido soporte y compañía durante esta etapa, mi gratitud.

A ti por fortalecer mi corazón y estar conmigo incondicionalmente para lograr esta nueva meta que hoy concluimos...

Mi marido Regulo.

AGRADECIMIENTOS

Al **Colegio de postgraduados** por darme la oportunidad de lograr un nivel académico superior y por las facilidades otorgadas para el trabajo experimental mediante el Fideicomiso para la Investigación.

A la **Universidad Popular de la Chontalpa** por las facilidades otorgadas durante la habilitación como profesor y para concluir este proyecto doctoral.

Al Dr. **David Jesús Palma López**, Consejero incansable quien me ha brindado su apoyo incondicional y los conocimientos transmitidos durante mi formación como un profesional de la investigación.

Al Dr. **Pedro Antonio López** por sus valiosas aportaciones en la dirección de la Tesis de investigación que acrecentará su valor científico, aprecio su confianza y apoyo.

A la **Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza** por su disponibilidad, aporte y participación activa en el desarrollo de la presente. Su habilidad en la redacción de textos científicos me ha inspirado a seguir documentando.

A la Dra. **Eustolia García López** por su valiosa participación como asesora, quien me compartió su experiencia para la identificación taxonómica de las especies vegetales.

Dr. **Carlos Fredy Ortiz García** por su valiosa participación como asesor, cuyas recomendaciones y aportaciones permitieron el análisis estadístico del presente trabajo.

Mi más amplio agradecimiento para mi asesora la **Dra. María Azucena Oranday Cárdenas** quien por su generosidad compartió sus conocimientos, tiempo y paciencia e hizo posible la realización de las actividades farmacológica de esta publicación e incorporó un acertado grupo de investigadores de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

A la Dra. Catalina Rivas Morales del laboratorio de Química Analítica, por las facilidades en el desarrollo del Tamizaje Fitoquímico.

A la Dra. Paula Cordero de la Unidad Hígado de la Facultad de Medicina de la UANL, agradezco las facilidades y asesoría en los ensayos de actividad biológica.

Al MVZ Héctor Gerardo Lozano Garza del Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste del Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIN) por su paciencia y entusiasmo al instruirme en el manejo de animales de laboratorio y uso del Bioterio.

A los habitantes, autoridades y guías de Malpasito por brindarnos la oportunidad de entrar y disponer de su tiempo para mostrarnos las riquezas naturales de que disponen.

Finalmente expreso mi agradecimiento a quienes estuvieron vinculados de alguna manera a este trabajo de investigación: asistentes de laboratorio de la UANL, CIBIN, UPCH, apreciados estudiantes, profesores, amigos y amigas leales, quienes me dieron su confianza ciertos de que llegaría este momento

A todos ellos mi sincero reconocimiento y gratitud.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	15
1. Planteamiento del problema	19
2. Objetivos	21
3. Hipótesis	22
4. Estructura de la tesis.....	22
5. Literatura citada	23
CAPITULO I. PLANTAS ÚTILES EN LA MEDICINA TRADICIONAL DE MALPASITO- HUIMANGUILLO, TABASCO	27
1.1 Resumen	27
1.2 Abstract.....	28
1.3 Introducción	29
1.4 Materiales y métodos	32
1.4.1 Área de estudio.....	32
1.4.2 Sistematización de la información.....	33
1.4.3 Análisis de datos.....	35
1.5 Resultados	36
1.5.1 Diagnóstico epidemiológico.	39
1.5.2 Importancia relativa de las especies utilizadas.....	42
1.6 Discusión.....	43
1.7 Conclusiones	46
1.8 Lectura citada	47
<i>Oncidium cebolleta</i> (Jacq.) Sw.....	53
Flor de tila ^b	54
CAPITULO II. EVALUACIÓN ETNOFARMACOLÓGICA DE PLANTAS CON PROPIEDADES HIPOGLUCÉMIANTES USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL SURESTE DE MÉXICO	58
2.1 Resumen	58
2.2 Abstract.....	59

2.3	Introducción	60
2.4	Material y métodos.....	62
2.4.1	Área de estudio	62
2.4.2	Colecta de datos	62
2.4.3	Análisis estadístico	65
2.5	Resultados	66
2.6	Discusión	72
2.7	Conclusiones	75
2.8	Literatura citada.....	75
CAPÍTULO III. EVALUACION CITOTOXICA Y ACTIVIDAD BIOLOGICA DE <i>Manilkara zapota</i>		
(L.) P. Royen y <i>Tradescantia Spathacea</i>.....		
3.1	Resumen	84
3.2	Abstract.....	85
3.3	Introduccion	86
3.4	Material y métodos.....	87
3.4.1	Material vegetal.....	87
3.4.2	Extracción	88
3.4.3	Tamizaje fitoquímico	88
3.4.4	Letalidad en Larvas de <i>Artemia salina</i>	90
3.4.5	Ensayo de actividad citotóxica <i>in vitro</i>	90
3.4.6	Actividad hipoglucemiante.	92
3.4.7	Análisis estadístico	94
3.5	Resultados	95
3.5.1	Tamizaje fitoquímico	95
3.5.2	Ensayo de letalidad.....	95
3.5.3	Citotoxicidad.....	96
3.5.4	Actividad biológica.....	97
3.6	Discusión.....	98
3.7	Conclusiones	102
3.8	Literatura citada.....	103
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES		
4.1	Conclusiones Generales	110
4.2	Recomendaciones	112

4.2.1 Literatura citada	112
APÉNDICE A.....	113
APÉNDICE B.....	114

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO I. PLANTAS ÚTILES EN LA MEDICINA TRADICIONAL DE MALPASITO-HUIMANGUILLO, TABASCO

Cuadro 1 Especies compartidas derivadas del análisis comparativo de investigaciones realizadas en el estado de Tabasco sobre plantas medicinales de Maldonado-Mares (2003), Magaña-Alejandro et al. (2010), Puente-Pardo et al. (2010), Gómez (2012)..... 41

Cuadro 2 Especies identificadas en el presente trabajo no reportadas en los estudios previos de Maldonado-Mares (2003), Magaña-Alejandro et al. (2010), Puente-Pardo et al. (2010), Gómez (2012). 42

Cuadro 3 Reporte de uso y número de especies utilizadas por la comunidad de Malpasito..... 43

Cuadro 4 Especies usadas en diferentes padecimientos de la medicina tradicional de Malpasito en Huimanguillo, Tabasco..... 53

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN ETNOFARMACOLÓGICA DE PLANTAS CON PROPIEDADES HIPOGLUCÉMICAS USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL SURESTE DE MÉXICO

Cuadro. 1 Especies de plantas empleadas empíricamente para el control de la diabetes en la medicina tradicional de Malpasito, en Huimanguillo, Tabasco. 69

CAPÍTULO III. EVALUACIÓN CITOTÓXICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA

DE *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Tradescantia Spathacea*

Cuadro . 1 Diseño experimental. Distribución de grupos y dosis administradas de sustancias involucradas en el estudio..... 93

Cuadro . 2 Resultado del análisis preliminar fitoquímico en el extracto etanólico de las hojas de *T. spathacea* y *M. zapota*. 96

Cuadro . 3 Resultados del efecto citoprotector en la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos CRL-2522.....	97
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I. PLANTAS ÚTILES EN LA MEDICINA TRADICIONAL DE MALPASITO HUIMANGUILLO, TABASCO

Figura 1 Ubicación del área de estudio donde se localiza la comunidad de Malpasito en el municipio de Huimanguillo en la región de Agua Selva en Tabasco, México.	34
--	----

Figura 2 Familias botánicas con mayor número de especies medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.....	37
---	----

Figura 3 Forma biológica de las plantas medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.	37
---	----

Figura 4 Origen de las especies de plantas utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.....	38
--	----

Figura 5 Forma de preparación de plantas medicinales utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.	39
---	----

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN ETNOFARMACOLÓGICA DE PLANTAS CON PROPIEDADES HIPOGLUCÉMICAS USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL SURESTE DE MÉXICO

Figura. 1 Ubicación del área de estudio donde se localiza la comunidad en la región de Agua Selva en Tabasco.....	64
---	----

Figura. 2 Familias botánicas por número de especies de plantas útiles en la medicina tradicional de la comunidad de Malpasito para el control de la diabetes.	69
--	----

Figura. 3 Porcentajes de las partes utilizadas de las plantas medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.....	70
--	----

Figura. 4 Forma de preparación de las plantas medicinales utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.	70
--	----

Figura 5 Estado actual de las plantas empleadas para la diabetes de acuerdo a la clasificación de Bailey y Day 72

CAPÍTULO III. EVALUACIÓN CITOTÓXICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Manilkara zapota* (L.) Van Royen y *Tradescantia Spathacea*

Figura . 1 Niveles de glucosa sanguínea (mg/dL) en ratas diabéticas diabéticas tratadas con los extractos etanólicos de M. zapota y T. spathacea. 98

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las principales causas de mortalidad en la actualidad están relacionadas con las enfermedades cardiovasculares, neoplásicas, crónico degenerativas, infecciones respiratorias y del tracto urinario, accidentes de tráfico y sida (Fabricant y Farnsworth, 2001). Entre las enfermedades crónico degenerativas predominantes se encuentra la diabetes mellitus (DM) que representa uno de los problemas más importantes de la medicina actual, al afectar a 366 millones de personas en el mundo. De acuerdo a las proyecciones de la Organización Mundial de la Salud y la Asociación Americana de Diabetes, se espera que en el año 2030 el número de pacientes diabéticos se aproxime a 552 millones. En México el comportamiento actual se verá incrementado significativamente hasta 16.4 millones, la DM hoy ocupa el tercer lugar en importancia debido a su tasa de mortalidad, después de las enfermedades cardiovasculares y oncológicas.

En la agenda mundial de 2011, se jerarquizó a esta enfermedad en un nivel de crisis, como parte de las enfermedades no contagiosas más frecuentes y con dimensiones epidémicas, sin lugar a dudas uno de los problemas sanitarios más exigentes del siglo XXI. La ONU declara así, “Todas las naciones ricas y pobres están sufriendo el impacto de la epidemia” y remarca que la diabetes amenaza la consecución de los objetivos IV, V y VI de Desarrollo del Milenio establecidos y adoptados por la comunidad mundial de la salud a cumplir al 2015; objetivos que pretenden modificar la concepción de que hemos desarrollado una sociedad que gira alrededor de la enfermedad y no de la salud (UNEP, 2012).

La OMS (2005) ha estimado que más del 80 % de la población mundial utiliza rutinariamente la medicina tradicional para satisfacer sus necesidades de atención primaria de salud, y que en gran parte de los tratamientos tradicionales implica el uso de extractos de plantas o sus principios activos (Katewa, 2004) en diversas formas de aplicación (Akerlele, 1993). Dentro de la llamada medicina tradicional los pacientes con DM son controlados con dieta, ejercicio físico y preparaciones de plantas medicinales, a

las cuales se les conoce como plantas antidiabéticas por su uso empírico y ancestral en el tratamiento de esa enfermedad (Kufer, 2005; Susnowska *et al.*, 2009; Malviya *et al.*, 2010; Takar *et al.*, 2011; Tag *et al.*, 2012).

La estrecha relación entre la biodiversidad y la interdependencia de la salud humana y ambiental permite destacar la riqueza biológica y cultural concentrada en los llamados países en desarrollo, ubicados principalmente en los trópicos; resguardada por comunidades campesinas o indígenas, donde la flora, fauna, suelo, agua y ecosistemas, son también cultura, además de los sistemas productivos, las relaciones humanas, las económicas y las formas de gobierno. Lo anterior sugiere entonces una relación global entre estos términos que por su carácter interdisciplinario y su perspectiva de análisis a varias escalas, permite comprender e interpretar dichos problemas a fin de contribuir al diseño y obtención de modos de vida sostenibles permitiendo transitar a la transculturalidad, donde los campesinos puedan ser coautores al identificar, plantear, analizar y resolver problemas de su comunidad (Harvey *et al.*, 2008; Fokunang *et al.*, 2011; IDF, 2011).

En México se reconoce la importancia de la salud indígena y tradicional de los pueblos y las comunidades; se rescata su conocimiento tradicional entre otras fuentes válidas para la generación de información sobre biodiversidad y salud. Los médicos tradicionales indígenas pueden practicar sus conocimientos ancestrales sobre la medicina y herbolaria para fines curativos en los pueblos indígenas y sus comunidades.

Un alto porcentaje de fármacos útiles, derivan del seguimiento científico de plantas conocidas en la herbolaria (MacClatchey *et al.*, 2009) bajo un concepto multidisciplinario la bioprospección vegetal está siendo impactada por la biotecnología moderna y la química en la búsqueda mediante técnicas analíticas innovadoras de nuevas fuentes para el desarrollo de biofármacos más efectivos, lo que ha llevado al surgimiento de la metabolómica, una disciplina que procede a la genómica y a la proteómica, sin dejar de lado el interés por la diversidad genética (Saslis-lagoudakis *et al.*, 2011; Mckillop *et al.*, 2011; Manaharan,2012).

Ante la creciente necesidad de mecanismos de prevención y terapias alternativas menos costosas en el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas, la bioprospección es una buena alternativa que redimensionará el quehacer de la medicina herbolaria, al contribuir con el propósito de la ciencia actual en la transformación del conocimiento tradicional en científico.

Latinoamérica representa más del 60% de la biodiversidad mundial (Gupta,2012). Es un gran reservorio para el descubrimiento de sustancias biológicamente activas empleadas como modelo en el diseño de otros fármacos mediante procesos de síntesis o semisíntesis (Harvey, 2008; Lardos *et al.*, 2011; Patwardhan *et al.*, 2012) y en la generación de conocimientos necesarios para incorporar alimentos funcionales y/o nutracéuticos en el cuidado de la salud para una mejor calidad de vida

La medicina tradicional juega un papel importante en la valoración de los recursos naturales como fuente de plantas para uso medicinal, se sabe de 5,000 especies vegetales estudiadas exhaustivamente, lo cual representa una minoría del total estimado de especies (más de 250,000) y de las reportadas como medicinales por las investigaciones etnobotánicas (de 75,000 a 125,000 especies).

Harvey en su análisis que abarca de 1981 al 2007, revela que casi la mitad de los fármacos proviene de productos naturales, reconoce la identificación de 122 compuestos con estructura definida, obtenidos de 94 especies de plantas empleadas globalmente como fármacos y en el 80% de estos, se ha demostrado su uso etnomédico; dando origen a patentes de fármacos (Debnath y Bisen, 2008; Pedraza-Cahaverri, 2008; Paulillo *et al.*, 2012; Polat, 2012).

Estudios recientes promueven los esfuerzos para obtener fármacos naturales con mayor potencial como es el caso de los alcaloides utilizados contra la DM, a través de innovaciones biotecnológicas en el diseño de nanopartículas, liposomas, transferencia de lípidos y proteínas no específicos. Existen registros de 1,200 plantas usadas terapéuticamente en la DM, aproximadamente el 81% tiene acción hipoglucemiante, de

estas alrededor de 150 son el resultado de investigaciones realizadas en México. La exploración de 106 especies de las familias Brassicaceae, Ericaceae y Fabaceae mostró sorprendentemente que sus extractos tienen una inhibición en la actividad de la lipasa pancreática del 40 al 70%. Adelantos en genómica desde 1999 refieren investigaciones sobre la modificación estructural de varios compuestos biológicamente activos y su relación estructura-actividad y se han generado alrededor de 400 derivados de especies (Yang *et al.*, 2012).

Ha tomado relevancia el desarrollo de métodos para validación científica de plantas con potencial hipoglucemiante y (Shukla *et al.*, 2010; Asphahani, 2012) técnicas para predecir los efectos tóxicos de fármacos y compuestos químicos al determinar su efecto citotóxico, mediante ensayo *in-vivo* e *in-vitro* (OECD 1996; Kustermann, 2012; Quintanilla-Licea *et al.*, 2012) en el ensayo *in-vitro* se utiliza como modelo experimental cultivos primarios y órganos aislados como líneas celulares establecidas (Ruili *et al.*, 2008; Asphahani *et al.*, 2012).

Entre los métodos se encuentran los desarrollados por el programa CYTED (Iberoamerican Program of Science and Technology for Development) y el TRAMIL (Traditional Medicine in the Islands) que promueven la validación científica de las plantas medicinales, para identificar fuentes potenciales de fármacos (Desmarchelie, 2010; Nogueira, 2010; Boulogne, 2011). Además estas la base de datos electrónica sobre productos naturales, NAPRALERT (2005) y otros como la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009) y la Farmacopea Mexicana, resultan útil para decidir cuáles ensayos son necesarios y evitar la pérdida de tiempo y recursos. (Constantino *et al.*, 2003; Grover, 2010; Ningthoujan, 2011)

Se debe considerar que la caracterización de un compuesto bioactivo es sólo el principio de un largo camino que conduce a su lanzamiento en el mercado farmacéutico. Las técnicas de DNA recombinante y de cultivo de tejidos; entre otras disciplinas biotecnológicas (Wang,2008; McKillop y Flatt,2011) brindan una alternativa económica, segura y rápida para la obtención de biofármacos y la generación de nutraceúticos, suplementos y agentes farmacéuticos para el tratamiento de enfermedades de alta prevalencia como la DM (Shan,2011; Ramar, 2012).

1. Planteamiento del problema

La medicina tradicional es ampliamente utilizada en diferentes partes del mundo, y comprende todas aquellas prácticas basadas en “creencias” conocimientos que se han ido transmitiendo de generación en generación, incluso antes del desarrollo de la medicina moderna. Tiene orígenes muy remotos, con evidencias que datan del año 8000 a.c. En México los conocimientos acerca de las propiedades curativas de algunas plantas se refieren desde la época prehispánica, y se encuentran bien documentados en obras tales como el Códice Badiano y el Códice Florentino, entre otras. Como su nombre lo indica, la medicina tradicional es parte de las tradiciones de cada pueblo y su aceptación está condicionada en gran parte por factores culturales, de tal manera que su transmisión de un pueblo a otro no es un proceso sencillo (Akerle 1993). Si bien se reconoce eficiente en el manejo de varias dolencias y síndromes, también muestran limitaciones en articular una respuesta efectiva (p.e. SIDA, enfermedades crónicas degenerativas, etc.) en el plano biológico y en el plano socio-cultural (prácticas de medicina tradicional).

Aunque los procedimientos terapéuticos empleados por la medicina tradicional suelen ser muy variados, es importante señalar que la mayoría de ellos se basa en tres recursos principales: plantas, animales y minerales. Con respecto al uso de las plantas dentro de la medicina tradicional, es común la idea de que los remedios de origen natural no son dañinos y no existe ningún riesgo en su consumo. Sin embargo, no debemos olvidar que las plantas son potentes “maquinarias químicas” por lo que es alto el riesgo de consumir plantas tóxicas por error, sobre todo en los lugares donde se venden las preparaciones medicinales de manera combinada o donde se agregan sustancias sintéticas, sin que en ninguno de los casos sea reportado el tipo de ingredientes contenidos en dichas preparaciones.

Aunado a esto, muchas de las especies utilizadas como medicinales carecen de estudios sobre su toxicidad, y es posible que estén siendo utilizadas sin conocer los riesgos de su consumo a largo plazo. Es indudable que existen remedios tradicionales con efectos terapéuticos. Sin embargo, se requiere que estos productos sean manufacturados

utilizando altos estándares de seguridad y eficacia, similares a los que son requeridos para los productos farmacéuticos modernos.

En ese sentido, probar la seguridad para el uso de estos productos se puede considerar incluso más importante que asegurar su eficacia y acción terapéutica. De esta manera, para garantizar seguridad y eficacia, se requiere no solo de personal calificado, sino también de información actualizada que sea difundida a nivel popular, para dar a conocer no sólo los efectos terapéuticos sino también los posibles efectos adversos de las plantas. Los productos naturales son altamente seguros, la evidencia sugiere el soporte clínico de las preparaciones para evitar riesgos en la salud (Beg *et al.*, 2011; Mohd, 2012).

Con todo esto surgen algunas preguntas:

¿Es posible validar científicamente las especies más destacadas?

¿Qué estrategias se deberían implementar para que las comunidades donde existe tradición de uso de las plantas medicinales puedan rescatar el conocimiento tradicional?

¿Se conocen los recursos con los que cuentan, la seguridad en su uso e información para el público en general acerca de sus efectos?

Un primer paso es la realización de los inventarios de las plantas utilizadas para tratar algún padecimiento o afección en una determinada comunidad. Con ello se inicia el conocimiento de los recursos que poseen, y se rescata el conocimiento tradicional. Además de la información etnomédica, botánica y clínica, como parte del listado florístico de especies medicinales, se debe también crear una base de datos acerca del uso de cada planta y los posibles medicamentos que se hayan originado de las mismas.

Por medio de este listado también se pueden identificar especies amenazadas, tóxicas, o con gran potencial de ser aprovechadas. Actualmente para evaluar la existencia del uso global de plantas medicinales se requiere contar con datos precisos, ya que dado el carácter interdisciplinario de la etnobotánica contemporánea es evidente su empleo en investigaciones en etnofarmacología-bioprospección (Bermúdez, 2005).

Para contribuir con la integración de los inventarios de plantas medicinales del estado de Tabasco y explorar la importancia en la medicina científica de estas especies vegetales, el presente estudio se enfoca en plantas reconocidas por su uso en el tratamiento empírico de la diabetes en la comunidad de Malpasito municipio de Huimanguillo, en el estado de Tabasco, México, la cual se ubica en un área natural protegida denominada “Agua Selva”, lo que resalta el valor de realizar este tipo de estudios, ya que dichas áreas tienen gran importancia como reservorios de germoplasma cuyos metabolitos secundarios, pueden ser de gran valor en la medicina, aspecto que ha generado gran interés. Se analizará la importancia de las especies en esta comunidad de la reserva dentro de la medicina tradicional, y el impacto que han tenido en la medicina científica.

El punto de partida es el desarrollo del estudio etnobotánico, posteriormente se analiza la información farmacológica existente de cada especie y de aquellas seleccionadas por su importancia ante la comunidad y que no han sido estudiadas previamente, se determina su actividad biológica (su toxicidad, citotoxicidad y actividad hipoglucémica).

Finalmente, a partir de la confrontación de estos dos tipos de información se analiza si los resultados etnobotánicos pueden ser o han sido una base para la búsqueda de plantas originarias de la comunidad con uso farmacológico en la medicina científica y la importancia que este tipo de estudios puede tener en la correcta utilización de las especies de la región.

2. Objetivos

General. Identificar las plantas más utilizadas para el tratamiento de la diabetes utilizadas en la medicina tradicional de Malpasito y determinar su toxicidad y actividad biológica.

Específicos

Determinar mediante la metodología TRAMIL el uso y grado de conocimiento de la población acerca de las plantas medicinales reconocidas por la comunidad y aquellas empleadas para el control de la diabetes .

- Realizar el tamizaje fitoquímico de las plantas seleccionadas por grado de importancia y medir la toxicidad.
- Determinar la actividad hipoglucémante de los extractos en las especies de estudio sobre un modelo de animales de experimentación normoglicémicos e hipoglicémicos a fin de integrar el estudio etnofarmacológico de las especies resultantes con probable actividad hipoglucemiante.

3. Hipótesis

- Es posible detectar si existe reducción de la hiperglucemia en modelos de animales diabéticos inducidos experimentalmente en al menos un extracto de las especies señaladas por su importancia para el tratamiento empírico de la diabetes

4. Estructura de la tesis

Con el fin de abordar el tema de investigación, dar cumplimiento a los objetivos planteados previamente y contrastar la hipótesis, la presente disertación se estructuró en las siguientes secciones resumen general, introducción, tres capítulos correspondientes a los resultados y discusión de la investigación; presentados en el formato de artículo científico. Finalmente se presentan las conclusiones generales y dos apéndices.

El primer capítulo se centra en los resultados de las especies vegetales medicinales consideradas en el tratamiento empírico de alguna afección en una comunidad específica del estado de Tabasco. El segundo capítulo reporta aquellas especies vegetales que señaladas por los pobladores de la comunidad como importantes en el tratamiento empírico de la diabetes y su estado actual en relación a su validación científica. El contenido del tercer capítulo está basado en el estudio de la toxicidad y actividad biológica de dos especies que por su importancia ante la población, requieren del estudio citotóxico y de actividad hipoglucemiante para contribuir a su validación.

5. Literatura citada

- Akerele O. 1993. The WHO traditional medicine program: policy and implementation. *Int. Trad. Med. Newlett.* 1:1-3.
- Alasbahi RH, Melzig MF 2012. Forskolin and Forskolin and derivatives as tools for studying the role of cAMP. *Pharmazie.* 67(1):5-13.
- Asphahani F, Thein M, Wang K, Wood D, Wong SS, Xu J, Zhang M. 2012. Real-time characterization of cytotoxicity using single-cell impedance monitoring. *Analyst.* 7;137(13):3011-3019.
- Beg S, Swain S, Hasan H, Barkat MA, Hussain Hussain MS. 2011. Systematic review of herbals as potential anti-inflammatory agents: Recent advances, current clinical status and future perspectives. *Pharmacogn Rev.* 5(10): 120–137.
- Bermúdez A, Oliveira-Miranda NA, Velázquez D. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia Interciencia.* 30(8):453-459.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. UNAM. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/introduccion.php>
- Boulogne I, Germosén-Robineau L, Ozier-Lafontaine H, Fleury M, Loranger-Merciris G. 2011. TRAMIL ethnopharmacological survey in Les Saintes (Guadeloupe, French West Indies): a comparative study. *J Ethnopharmacol.ogy.* 133(3):1039-1050.
- Saslis-Iagoudakis CH, Bente B, Klitgaard, Forest F, Francis L, Savolainen V, Williamson EM, Hawkins JA. 2011. The Use of Phylogeny to Interpret Cross-Cultural Patterns in Plant Use and Guide Medicinal Plant Discovery: An Example from *Pterocarpus* (Leguminosae). *PLoS One.* 6(7): e22275.**
- Costantino L, Raimondi L, Pirisino R, Brunetti T, Pessotto P, Giannessi F, Lins AP, Barlocco D, Antolini L, El-Abady SA. 2003. Isolation and pharmacological activities of the *Tecoma stans* alkaloids. *Farmacologia.* 58(9):781-5. Weniger B. 2011. Interest and limitation of a global ethnopharmacological survey. *J Ethnopharmacol.* 33(3):1039-50.
- Debnath M, Bisen PS. 2008. ***Jatropha curcas* L., a multipurpose stress resistant plant with a potential for ethnomedicine and renewable energy.** *Curr Pharm Biotechnol.* 9(4):288-306.
- Desmarchelier C. 2010. Neotropics and natural ingredients for pharmaceuticals: why isn't American biodiversity on the crest of the wave?.. *Phytother Res.* 24(6):791-9.

- Fabricant DS, Farnsworth NR. **2001. The value of plants used in traditional medicine for drug discovery.** Environ Health Perspect. **109 Suppl 1:69-75.**
- Fokunang CN, Ndikum V, Tabi OY, Jiofack RB, Ngameni B, Guedje NM, Tembe-Fokunang EA, Tomkins P, Barkwan S, Kechia F, Asongalem E, Ngoupayou J, Torimiro NJ, Gonsu KH, Sielinou V, Ngadjui BT, Angwafor F, Nkongmeneck OM Abena, Ngogang J, Asonganyi T, Colizzi V, Lohoue J, **and Kamsu-Kom. 2011. Traditional Medicine: Past, Present and Future Research and Development Prospects and Integration in the National Health System of Cameroon. Afr J Tradit Complement Altern Med. 8(3): 284–295.**
- Global burden of diabetes. 2011. International Diabetes Federation. Diabetic Atlas- fifth edition.Brussels. Available at <http://www.idf.org/diabetesatlas>(Accesado: Octubre 2012)
- Grover JK, Yadav S, Vats V. 2002. Medicinal plants of India with antidiabetic potential.. Journal of Ethnopharmacology. 81:81-100.
- Gupta MP. 2012. Natural products research in Latin america.23:456-461
- Harvey AL. 2008. Natural products in drug discovery. Drug Discov Today.13:894–90.
- Katewa S, Chaudhary B, Jain A. 2004. Folk herbal medicines from tribal area of Rajasthan, India. J. Ethnopharmacol. 92:41-46.
- Khan V, Najmi AK, Akhtar M, Aqil M, Mujeeb M, Pillai KK. 2012. A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential. J Pharm Bioalld Sci. 4(1):27-42.
- Kufer J, Förther H, Pöll E, Heinrich M. **2005. Historical and modern medicinal plant uses--the example of the Ch'orti' Maya and Ladinos in Eastern Guatemala. J Pharm Pharmacol. 57(9):1127-52.**
- Kustermann S, Boess F, Buness A, Schmitz M, Watzele M, Weiser T, Singer T, Suter L, Roth A. 2012. A label-free, impedance-based real time assay to identify drug-induced toxicities and differentiate cytostatic from cytotoxic effects. Toxicol *In in vitro*. (12): 226-233.
- Lardos A, Prieto-García J, Heinrich M. **2011. Resins and Gums in Historical *iatrosophia* Texts from Cyprus – A bBotanical and Mmedico-pharmacological Approach. Front Pharmacol. 2:32.**
- Malviya N, Jain S, Malviya S. 2010. Antidiabetic potential of medicinal plants. Acta Pol Pharm. 67(2):113-8.
- Manaharan T, Palanisamy UD, Ming CH. 2012. Tropical plant extracts as potential antihyperglycemic agents. Molecules. 17(5):5915-23.Marta Rivas Gerardo Leotta Isabel Chinen.2008. Manual de Procedimientos. Confirmación de *Escherichia coli* Productor de toxina shiga. Departamento Bacteriología Instituto Nacional de

Enfermedades Infecciosas A.N.L.I.S. “Dr. Carlos G. Malbrán” Centro Regional de Referencia del WHO Global Salm Surv para América del Sur.

McClatchey WC, Gail B. Mahady, Bradley C. Bennett, Shiels L, Savo V. 2009. Ethnobotany as a Ppharmacological Rresearch Ttool and recent developments in CNS-active natural products from ethnobotanical sources. , Pharmacol Ther. 123(2): 239–254.

McKillop AM, Flatt PR. 2011. Emerging applications of metabolomic and genomic profiling in diabetic clinical medicine. Diabetes Care. 34(12):2624-30.

Mohd S, Joffry N, Yob J, Rofiee MS, Meor MMR, Affandi M, Suhaili Z, Othman F, Akim AM, Desa MNM, Z. Zakaria A. 2012. *Melastoma malabathricum* (L.) Smith Ethnomedicinal Uses, Chemical Constituents, and Pharmacological Properties: A Review. Evid Based Complement Alternat Med. 2012: 258434.

Ningthoujam SS, Talukdar AD, Potsangbam KS, Choudhury MD. 2012. Challenges in developing medicinal plant databases for sharing ethnopharmacological knowledge. J Ethnopharmacol. 141(1):9-32. Epub 2012 Mar 6.

Nogueira RC, de Cerqueira HF, Soares MB. 2010. Patenting bioactive molecules from biodiversity: the Brazilian experience. Phytother Res. 24(6):791-9.

OECD Test Guidelines Programme, ENV/MC/CHEM/TG(96)9: Ffinal report of the oecd workshop on harmonisation of validation and acceptance criteria of alternative toxicological test methods, OECD Publications Office, Paris, 1996.

Patwardhan K. 2012. The history of the discovery of blood circulation: unrecognized contributions of Ayurveda masters. Adv Physiol Educ. 36(2):77-82.

Paulillo LC, Mo CL, Isaacson J, Lessa L, Romero-Suarez EL, Brotto L, Abreu E, Gutheil W, Brotto M. 2012. *Jatropha curcas*: From Biodiesel Generation to Medicinal Applications. Recent Pat Biotechnol. Recent Pat Biotechnol. 22.

Pedraza-Chaverri J, Cárdenas-Rodríguez N, Orozco-Ibarra M, Pérez-Rojas JM. 2008. Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). Food Chem Toxicol. 46(10):3227-39.

Pereira LS, Cardoso-Vieira JR, Lys de Medeiros P, Pereira Leite RM, De Menezes Lima VL, HS, De Oliveira-Lima E. 2006. Antimicrobial Activity of *Indigofera suffruticosa*. Evid Based Complement Alternat Med. June; 3(2): 261–265.

Polat R, Satil F. 2012. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey). J Ethnopharmacol. 139(2):626-41.

Quintanilla-Licea R, Morado-Castillo R, Gómez-Flores R, Laatsch H, Verde-Star MJ, Hernández-Martínez H, Tamez-Guerra P, Tamez-Guerra R, Rodríguez Padilla C. 2012, Bioasasy-Guide Isolation and Identification of Citotoxic Compounds from *Gymnosperma glutinosum* Leaves. Molecules. 17:11229-11241.

- Ramar PS, Ponnampalam G, Vincent TK. 2012. Therapeutic application of natural inhibitors against snake venom phospholipase A₂. *Bioinformation*. 2012; 8(1): 48–57.
- Ruili Huang, Noel Southall, Ming-Hsuang Cho, Menghang Xia, James Inglese, and Christopher P. Austin. 2008. Characterization of Diversity in Toxicity Mechanism Using *In Vitro* Cytotoxicity Assays in Quantitative High Throughput Screening. *Chem Res Toxicol*. 2008 March; 21(3): 659–667.
- Shan T, Ma Q, Guo K, Liu J, Li W, Wang F, Wu E. 2011. Xanthones from mangosteen extracts as natural chemopreventive agents: potential anticancer drugs. *Curr Mol Med*. 11(8):666-77.
- Shukla SJ, Huang R, Austin CP, and Xiay Xia M. 2010. The future of toxicity testing: a focus on in vitro methods using a quantitative high throughput screening platform. *Drug Discov Today*. 15(23-24): 997–1007.
- Sosnowska J, Balslev H. 2009. American palm ethnomedicine: A meta-analysis. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2009. 5: 43.
- Tag H, Kalita P, Dwivedi P, Das AK, Namsa ND. 2012. Herbal medicines used in the treatment of diabetes mellitus in Arunachal Himalaya, northeast, India. *J Ethnopharmacol*. 141(3):786-95.
- Taller Regional sobre las interrelaciones entre salud humana y diversidad biológica para las Américas. Brazil. 2012. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. United Nations Environment Programme. www.cbd.int.
- Tarak D, Namsa ND, Tangjang S, Arya SC, Rajbonshi B, Samal PK, Mandal M. 2011. An inventory of the ethnobotanicals used as anti-diabetic by a rural community of Dhemaji district of Assam, Northeast India. *J Ethnopharmacol*. 138(2):345-350.
- Tiuman TS, Santos AO, Ueda-Nakamura T, Filho BP, Nakamura CV. 2011. Recent advances in leishmaniasis treatment. *Int J Infect Dis*. 15(8):525-532.
- Wang Y. 2008. *Phytochem Review*. 7:395-406.
- World Health Organization (WHO). 2005. *WHO Traditional medicine strategy 2002-2005*. Document WHO/EDM/TRM/2002.1.p61.

CAPITULO I. PLANTAS ÚTILES EN LA MEDICINA TRADICIONAL DE MALPASITO-HUIMANGUILLO, TABASCO¹

USEFUL PLANTS IN THE FOLK MEDICINE AT MALPASITO-HUIMANGUILLO, TABASCO

1.1 Resumen

En México las plantas medicinales son el recurso terapéutico por excelencia en la medicina tradicional, este recurso es rescatable en gran medida por constituir un importante elemento al combinar el conocimiento popular con el científico para el tratamiento de diversas enfermedades en la atención primaria de la salud. El presente

Artículo publicado. ¹Edelia Claudina Villarreal-Ibarra*, Eustolia García-López¹, Pedro Antonio López², David Jesús Palma-López¹, Luz del Carmen Lagunes-Espinoza¹, Carlos Freddy Ortiz-García¹ y María Azucena Oranday-Cárdenas³. (2014). Plantas útiles en la medicina tradicional de Malpasito-Huimanguillo, Tabasco, México. POLIBOTÁNICA, Núm. 37, pp. 105-130. *Candidato a Doctor, Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km 2.5, Paso y Playa. Cárdenas, Tabasco C.P. 86406. Teléfono/ Fax: 01 (937) 37 270 50 ext. 7012. Correo electrónico: villarreal.ibarra@colpos.mx/dapalma@colposi.com. ¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Periférico Carlos A Molina s/n, 86500 Cárdenas, Tabasco, México. ²Colegio de Postgraduados-Campus Puebla, km. 125.5 carretera federal México-Puebla, 72760 Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. Laboratorio de Química. Facultad de Biología. 66460 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

estudio documenta el conocimiento tradicional de las plantas medicinales en la comunidad de Malpasito, dentro de la Reserva Ecológica de Agua Selva en Huimanguillo, Tabasco, México. Se incluye un inventario de plantas medicinales de la región, información sobre el uso terapéutico, la forma de preparación y parte vegetal utilizada. La información se recabó mediante entrevistas estructuradas TRAMIL. Se registraron 128 especies de plantas medicinales empleadas en la comunidad distribuidas en 63 familias botánicas cuyas especies dominantes pertenecen a: Asteraceae (10), Fabaceae y Lamiaceae (7), Verbeneaceae (5), Rutaceae y Solanaceae (4). Se reportan 13 especies medicinales con nivel de uso significativo superior al 20%. Los usos medicinales se agruparon y clasificaron en 17 categorías, en orden de prioridad: desórdenes del sistema digestivo, genitourinario y endócrino, seguidos de las infecciones y desórdenes del sistema respiratorio. Los resultados sugieren la necesidad de futuros estudios de valoración científica para las especies locales empleadas para el tratamiento de alguna enfermedad.

Palabras clave: plantas medicinales, vegetación tropical, usos, México.

1.2 Abstract

Medicinal plants in México are a therapeutic source traditional medicines important element to combine the popular knowledge with scientific in several treat diseases, these remain the mainstay of the care system. The purpose of the present study was to document the traditional medicinal knowledge of plants in Malpasito community from Huimanguillo, Tabasco, Mexico, owing to Ecological Reserve of Agua Selva. Meidinal plants inventory include therapeutic uses, way of preparation, and useful plant part. Information was obtained by conducting TRAMIL structure interviews. In the community 128 plants are used, it is distributed in 63 botanic families, dominant species are: Asteraceae (ten), Fabaceae and Lamiaceae (seven), Verbeneaceae (five), Rutaceae and Solanaceae (four). Thirteen medicinal species registered for the treatment of different diseases with Signification Use Level at frequency 20%. Medicinal uses from species weree grouped into 17 usage categories, principal diseases treated in orden of priority were digestive system disorders, genitourinary system disorders, endocrine systems disorders and respiratory system disorders. The results suggest the need of future studies on scientific assessment for local species used for treatment diseases.

Key words: folk medicine, tropical vegetation, uses. México.

1.3 Introducción

Uno de los usos más promisorios y difundidos por las culturas tradicionales y las terapéuticas alternativas, es el de las plantas medicinales. Se estima que alrededor del 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional, la que en gran parte puede aún ser valorada para la atención primaria de la salud (WHO, 1995, 2005; Castañeda-Sánchez, 2008). Su eficacia se puede incrementar al combinar el conocimiento popular con el científico contribuyendo así a la conservación y recuperación de plantas medicinales en las comunidades (Bermúdez *et al.*, 2005; Pérez-Ruiz *et al.*, 2005). A partir de éste concepto han surgido alternativas que promueven la protección, el uso y aprovechamiento de las plantas como uno de los principales recursos para la salud (Shanley *et al.*, 2003; Pardo de Santayana, 2003; Albuquerque *et al.*, 2009; Hornung-Leoni, 2011; Raymond, 2011).

En los trópicos se encuentran dos terceras partes de las especies vegetales existentes en el mundo, de las cuales se ha estimado que al menos el 10% tienen un valor medicinal.

En México desde la época previa a la conquista, las plantas han representado un recurso terapéutico en la medicina tradicional para el tratamiento de diversos padecimientos (Rojas-Alba, 2009). Estudios taxonómicos han permitido clasificar 11,000 especímenes de plantas con uso medicinal y sólo alrededor de 5,000 especies vegetales se han estudiado exhaustivamente como medicinales en investigaciones etnobotánicas (Lozoya, 1994; Ferreira *et al.*, 2005; McClatchey *et al.*, 2009). Tabasco no está exento en cuanto al uso e importancia de plantas medicinales (Magaña-Alejandro, 1995; Maldonado, 2003; Amiguet *et al.*, 2005).

En la región de la Chontalpa, del Centro y de la Sierra del estado se ha iniciado un proceso de recuperación de germoplasma medicinal y de sistematización del conocimiento tradicional (Magaña-Alejandro *et al.*, 2010; Puente-Pardo *et al.*, 2010; Gómez, 2012). Entre la población maya-chontal de Nacajuca, Tabasco, Magaña-Alejandro *et al.* (2010) muestran el uso de 232 especies vegetales para el tratamiento de 182 padecimientos, de las cuales el 74.6% son especies nativas, sin embargo no indican cómo se conserva y transmite el conocimiento de la medicina tradicional en ese municipio, y qué partes de las plantas son las más utilizadas. En la región Centro que comprende el municipio de Villahermosa, Gómez (2012) describe 112 especies de plantas medicinales herbáceas y arbóreas empleadas para curar diversos padecimientos.

En la región de la Sierra destacan algunas comunidades por su flora y fauna útiles como medicinal, dichas comunidades provienen de la cultura Olmeca-Zoque, considerada dentro de los diez grupos de mayor presencia y antigüedad en el trópico húmedo de México (Toledo *et al.*, 1995; Paredes-Flores *et al.*, 2007). En el estado, el mayor número de especies vegetales es reportado en la vegetación secundaria y en los relictos de selvas (Ochoa-Gaona *et al.*, 2002).

El municipio de Huimanguillo, cubre el 34 % de la extensión estatal, presenta la mayor superficie de vegetación secundaria, además de zonas protegidas como “Agua Selva”; sin embargo, son escasos los estudios sobre diversidad y uso de plantas medicinales en esa región. Entre los trabajos publicados, se encuentra el realizado al sur del municipio en la comunidad El Caobanal. En esta comunidad Puente-Pardo (2010) reportan 56 especies distribuidas en 32 huertos familiares empleados en el tratamiento de

padecimientos menores. Entre las especies reportadas destacan el maguey morado (*Tradescantia spathacea* Sw.), oreganón (*Lippia graveolens* H.B.K.), zacate limón (*Cymbopogon citratus* Stapf.), la albahaca (*Ocimum micranthum* Willd.) y el epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.).

Respecto al número de especies medicinales reportadas en otros estudios en el municipio, Maldonado-Mares (2003) presenta 123 especies de plantas medicinales dentro de 59 familias de plantas vasculares para Tabasco. De estas especies, 53 son herbáceas, 48 son árboles y 22 son arbustivas; de esas especies 25 son introducidas y 98 son originarias del continente americano.

En la actualidad, ante la pérdida acelerada del conocimiento tradicional y la reducción de la disponibilidad de muchas especies útiles, a consecuencia del uso irracional, la degradación de los bosques tropicales y otros hábitats naturales, surge la necesidad de dirigir esfuerzos para el rescate y conservación de especies útiles, así como registrar y sistematizar el uso tradicional de las plantas con valor terapéutico e instrumentar técnicas cuantitativas que permitan estimar la importancia relativa de ciertas plantas medicinales, en comparación con otras, dentro del mismo contexto cultural.

Estas técnicas se basan en el consenso de los informantes como criterio cuantitativo, bajo el supuesto de que un elevado número de menciones para un uso específico, es indicativo de la validación social-histórica en la relación entre la planta y el problema de salud, indicando también una mayor probabilidad de su eficacia y de la presencia de actividad farmacológica (Albuquerque *et al.*, 2006; Lagos, 2006).

En ese sentido, la presente investigación constituye un aporte a la etnobotánica médica del estado, ya que evalúa la utilización de plantas medicinales en el área protegida de "Agua Selva" del municipio de Huimanguillo, Tabasco, documentando la forma de uso terapéutico y presentando un listado de las especies medicinales utilizadas por la comunidad. Lo anterior con la finalidad de rescatar el conocimiento tradicional, de seleccionar especies etnobotánicamente significativas para investigaciones posteriores de evaluación fitoquímica, farmacología y toxicológica y promover la conservación de

germoplasma, el manejo y uso sustentable de esos recursos (Rodríguez *et al.*, 2002; Scheffer *et al.*, 2005; McClatchey, 2009).

1.4 Materiales y métodos

1.4.1 Área de estudio.

La comunidad de Malpasito, es una de las ocho comunidades que constituyen la zona protegida de “Agua Selva” en el municipio de Huimanguillo de la región de la Chontalpa en el estado de Tabasco, México. Se ubica entre las coordenadas 17° 20'50.3" y 17° 20'30.5" LN y 93°35'39.5" y 93°35'12.0" LO, su altitud varía de 152-202 msnm (Figura 1).

La comunidad se caracteriza por tener un clima cálido húmedo con lluvias todo el año, según la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (Cardoso, 1979) característico de la selva alta perennifolia, donde la temperatura media varía entre 25.4 °C y 26.9 °C. La formación geológica de la zona de estudio pertenece al Terciario, constituido principalmente por rocas sedimentarias, a base de lutita, arenisca y conglomerado. El tipo de suelo que predomina en esta zona se encuentra dentro de las unidades de los Leptosoles Réndzicos y Leptosoles Líticos, suelos difíciles para la labranza, que se encuentran en laderas con pendientes pronunciadas y con riesgos de erosión, es recomendable su uso en conservación de la vida silvestre y actividades forestales.

El ejido Malpasito ocupa el cuarto lugar en población entre los ejidos de “Agua Selva”, cuenta con una población de 356 habitantes, 190 de los cuales son hombres y 166 mujeres, que se distribuyen en 80 familias, con un número promedio de dos integrantes por familia. Del total, 22.16% son analfabetas y 44.82%, 23.77% y 5.4% asisten a las escuelas primaria, secundaria y preparatoria, respectivamente. En materia económica, el turismo y la ganadería son actividades tan importantes como la agricultura en cuanto a fuente de ingresos y autoconsumo (INEGI, 2010).

Los datos para este trabajo se recabaron entre octubre 2009 y junio 2010, considerando el periodo de mayor floración y fructificación de las especies vegetales (Ochoa-Gaona *et al.*, 2002). Se realizaron cuatro pláticas durante este período, en el centro de salud a fin

de comunicar y sensibilizar a los habitantes del objetivo de la investigación y para identificar a aquellas personas que la misma comunidad reconoció como poseedoras de un mayor conocimiento sobre las plantas medicinales, clasificados como “curanderos locales”, “parteras” o “conocedores botánicos” quienes fueron considerados informantes clave para el presente estudio de acuerdo con Blanco-Castro (1996).

Se consideró como población de estudio a 72 viviendas reportadas por las autoridades de la comunidad y la información etnofarmacológica sobre las plantas utilizadas para atender los problemas locales de salud más frecuentes se registró a través de un censo.

Posteriormente se aplicó una entrevista estructurada a pobladores locales en cada familia con mayor edad, preferentemente amas de casa (Germosén-Robineau, 1995), con la finalidad de determinar las características generales de los habitantes: ocupación, edad, lugar de origen, idioma, el conocimiento de las plantas y si la asociaban a un uso particular.

La finalidad de la entrevista fue comparar los resultados de toda la red TRAMIL (Traditional Medicines in the Islands) en lo relativo al uso, conocimiento, manejo y enfermedades que curan las plantas. Durante las entrevistas se realizaron los recorridos en todos los huertos familiares y en cinco parcelas de labor en la comunidad, apoyados por una partera y dos de los curanderos.

1.4.2 Sistematización de la información

Una vez obtenida y concentrada la información, se elaboró un listado general de todos los nombres comunes de las plantas medicinales reportadas. Con el objeto de disponer de referencias botánicas de los organismos identificados, se realizó una confrontación de la información recabada contra las plantas reportadas en años anteriores (Magaña-Alejandro, 1995) y la información sobre la flora medicinal del estado de Tabasco (Maldonado-Mares, 2003).

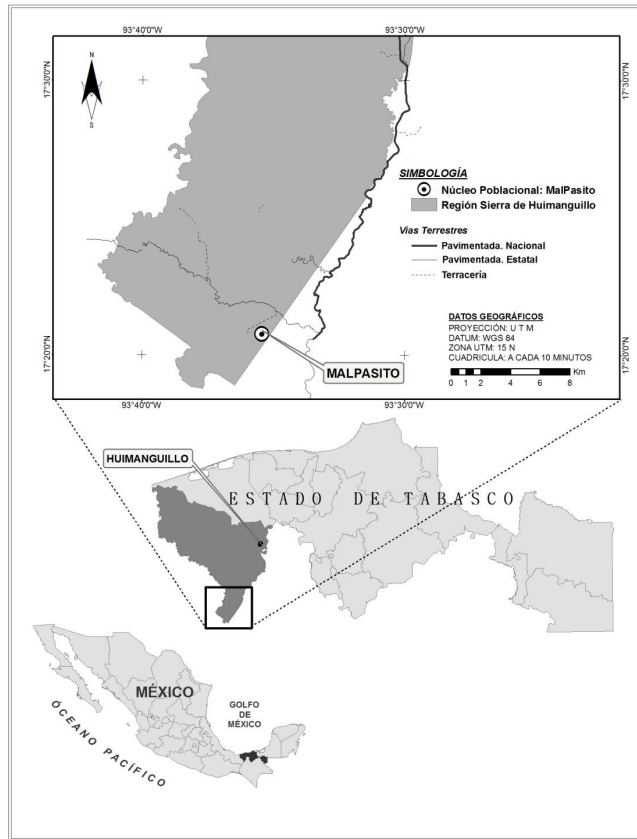


Figura 1 Ubicación del área de estudio donde se localiza la comunidad de Malpasito en el municipio de Huimanguillo en la región de Agua Selva en Tabasco, México.

Para confirmar la identificación botánica de las especies se usaron como ayuda visual imágenes de plantas presentadas en una computadora portátil a los entrevistados; se tomaron fotografías a cada planta medicinal y las imágenes se guardaron en archivos electrónicos (Thomas *et al.*, 2007); se realizaron cinco recorridos a las parcelas y huertos acompañados de los informantes, se indagó acerca del grado de manejo de las especies (cultivadas o silvestres) y, en algunos casos (26), para confirmar la identificación botánica se colectaron especímenes para ser herborizados, cada especie se colectó en su ambiente natural mediante técnicas convencionales para estudios florísticos (Lot y Chiang, 1986). Todas las especies se colectaron por el autor y se les asignó el número de colecta respectivo.

La identificación de los especímenes se realizó con el apoyo de expertos mediante bibliografía especializada y diversos fascículos de la Flora de Veracruz (Vovides, 1993),

y por comparación visual cotejando con ejemplares del “Herbario CSAT” del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, donde se incorporaron los ejemplares colectados, quedando como referencia para este estudio.

1.4.3 Análisis de datos

Los datos recopilados de literatura, así como los proporcionados por los informantes, se organizaron y analizaron a partir de una base de datos utilizando Microsoft Excel (Blanché *et al.*, 1996).

Como indicador del grado de consenso en el uso de las especies y de la importancia cultural de esas plantas en las viviendas estudiadas, se utilizó el índice de nivel de uso significativo TRAMIL que expresa que aquellos usos medicinales que sean citados con una frecuencia superior o igual al 20 %, por las personas encuestadas que usan plantas como primer recurso para un determinado problema de salud, pueden considerarse significativos desde el punto de vista de su aceptación cultural y, por lo tanto merecen su evaluación y validación científica (Germosén-Robineau, 1995; Bermúdez y Velázquez, 2002; Bermúdez *et al.*, 2005).

Este índice se calculó dividiendo el número de menciones para el uso principal de las especies entre el número de informante encuestados y multiplicando este resultado por 100.

En el presente estudio se establecieron categorías de uso para las especies de plantas medicinales de acuerdo a los estándares de síntomas y dolores de varios sistemas y aparatos orgánicos desarrollados por Amiguet *et al.* (2005) con 17 categorías de uso: desórdenes del sistema circulatorio (DSC), síndrome específico de la cultura o enfermedad popular (SCB), desórdenes del sistema digestivo (DSD), desórdenes del sistema endocrino (DSE), desórdenes del sistema genitourinario (DSGU), infecciones (INF), heridas (HER), desórdenes mentales (DM), desórdenes del sistema metabólico (DSM), desórdenes del sistema esqueleto-muscular (DSEM), desórdenes del sistema nervioso(DSN), desórdenes nutricionales(DNUT), envenenamiento (ENV), desórdenes de embarazo/ nacimiento/ puerperio (PRE), desórdenes del sistema respiratorio (DSR),

desórdenes del sistema sensorial (DSS) y desórdenes del tejido de la piel/subcutáneo celular (DTPC). Se consideró el criterio de exclusión para los llamados síndromes culturales.

1.5 Resultados

Derivado de las pláticas en el centro de salud se identificaron los informantes clave representados por una partera, dos curanderos y cinco conocedores botánicos; las entrevistas se realizaron a 64 amas de casa y 9 informantes clave; de los cuales el 82% corresponde a mujeres y el 18% a hombres, con una edad promedio de 43 años. Se registró un total de 128 especies de plantas medicinales comúnmente utilizadas para tratar los problemas de salud más frecuentes en la zona de estudio, mismas que conforma el listado florístico medicinal.

La indagación sobre los usos tradicionales de las plantas medicinales utilizadas en la comunidad se presenta en la Cuadro 1 (Anexo), para cada especie se registra el nombre común dado por los pobladores de la comunidad, nombre científico, familia botánica, la parte utilizada, la forma de preparación y el valor del nivel de uso significativo (NUS).

Las especies encontradas empleadas están distribuidas en 63 familias botánicas (Figura 2). Las mejor representadas son: *Asteraceae* con 10 especies, *Fabaceae* y *Lamiaceae* con 7 especies, *Verbeneaceae* con 5 especies, *Rutaceae* y *Solanaceae* con 4 especies cada una. El resto de las familias comprenden entre una y tres menciones y representan el 71.09 % del total de las plantas estudiadas.

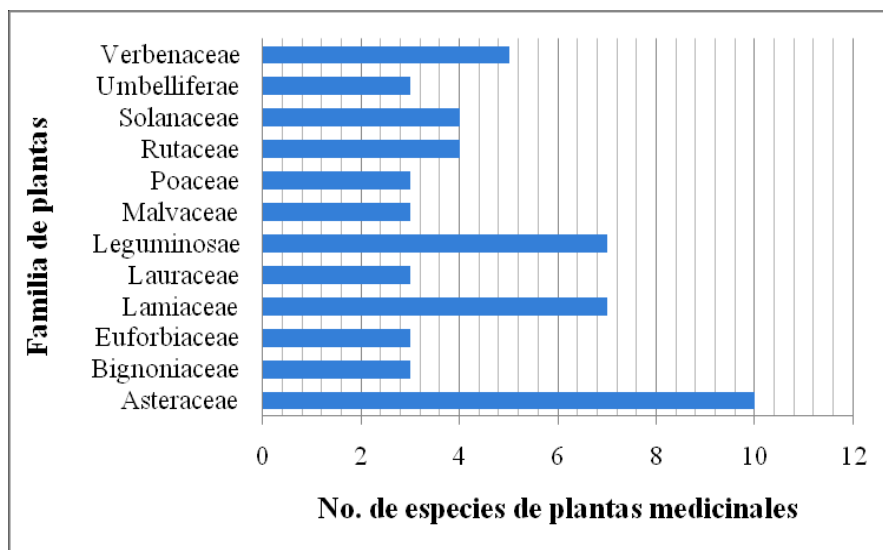


Figura 2 Familias botánicas con mayor número de especies medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

En cuanto a la forma biológica las que predominan son las herbáceas en un 76 % (Figura 3).

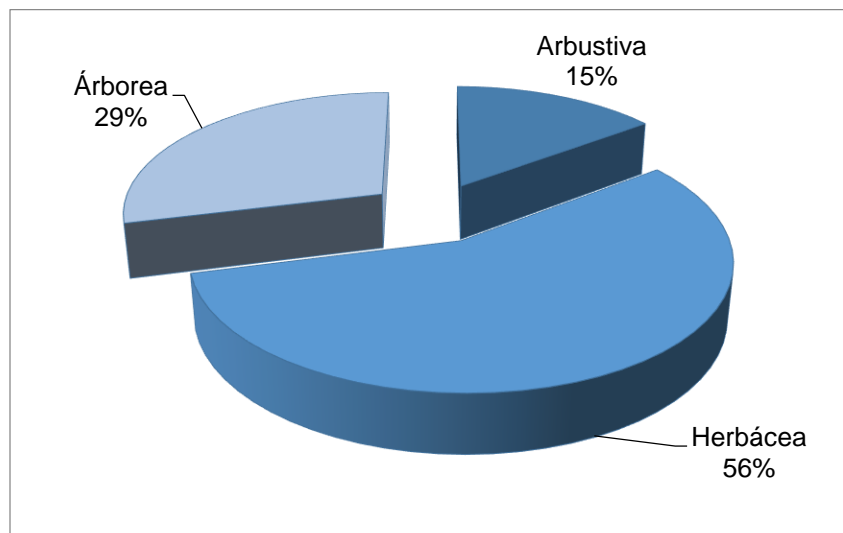


Figura 3 Forma biológica de las plantas medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

Se encontró que el 21% de las especies que se reportan, se cultivan en los huertos familiares o parcelas como un método de conservación en la zona de estudio o en el estado de Tabasco aunque no sean nativas, en cambio el 3% (4) no se cultivan en la

zona de estudio, sino que son compradas en el mercado local o en la cabecera municipal. La presentación del recurso herbolario en los mercados es en forma fresca o seca, dependiendo en parte de la cercanía de la zona de recolecta al mercado, como es el caso de la manzanilla (*Matricaria recutita* L.) o el romero (*Rosmarinus officinalis* L.). En forma seca se encuentran principalmente tallos, frutos, cortezas y raíces, por ejemplo el comino (*Cuminum cyminum* L.), el laurel (*Litsea glaucescens* Kunth.) y la canela (*Cinnamomun zeylanicum* Breyne.) (Figura 4).

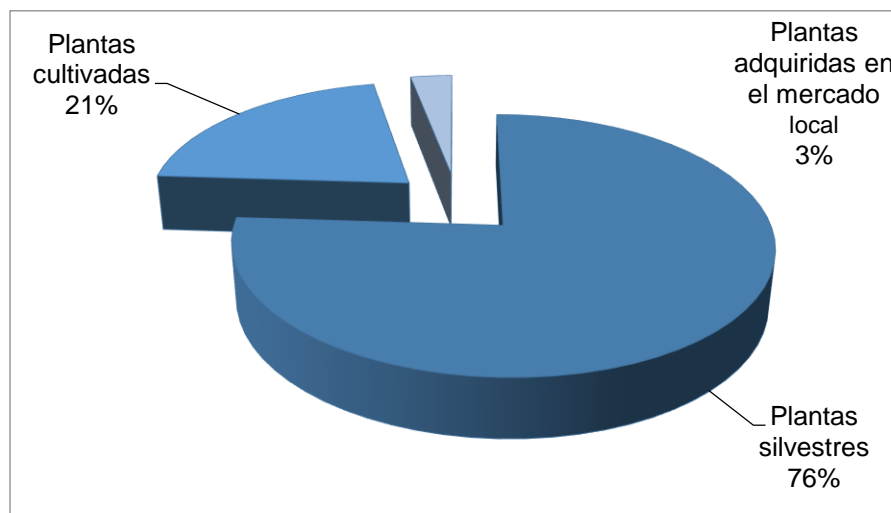


Figura 4 Origen de las especies de plantas utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

El estudio indica que una de las primeras estrategias en el grupo familiar es el empleo de preparados populares herbales para atender los diversos padecimientos en los que emplean con más frecuencia la corteza, el fruto y las hojas, siendo esta última la parte más aprovechada. Los métodos de preparación más comunes reportados son el cataplasma, el cocimiento, la infusión y la tintura, siendo el más citado la infusión seguida del cocimiento (Figura 5).

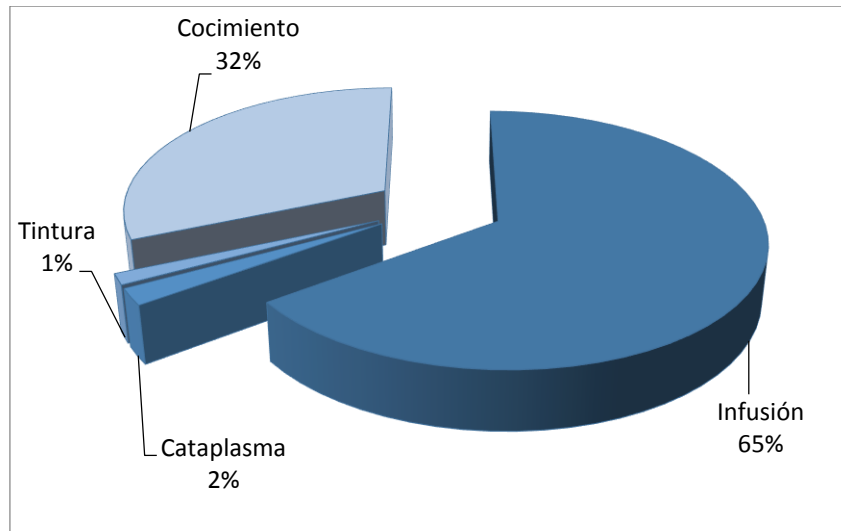


Figura 5 Forma de preparación de plantas medicinales utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

Se realizó el análisis comparativo entre los trabajos de Maldonado-Mares (2003), Puente-Pardo *et al.* (2010), Gómez (2012), Magaña-Alejandro *et al.* (2010) y el presente estudio, de lo que resultó lo siguiente: el porcentaje de especies comunes entre los cinco trabajos es del 7.82% (22) incluyendo a las familias *Bixaceae*, *Lamiaceae*, *Crassulaceae*, *Nyctaginaceae*, *Lauraceae*, *Asteraceae*, *Sapotaceae*, *Fabaceae*, *Chenopodiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Myrtaceae*, *Lamiaceae*, *Plantaginaceae*, *Piperaceae*, *Commelinaceae*, *Malpighiaceae*, *Rutaceae*, *Burseraceae* (Cuadro 2). De las especies encontradas en la comunidad de Malpasito con respecto a otras localidades se comparten 83 con el Municipio de Nacajuca (Magaña-Alejandro *et al.*, 2010), 35 con El Caobanal en Huimanguillo (Puente-Pardo *et al.*, 2010), 65 con el Municipio de Centro (Gómez, 2012) y 64 con las encontradas para el estado de Tabasco (Maldonado-Mares, 2003).

Se detectaron 24 especies identificadas como medicinales y que no han sido registradas anteriormente por su uso en otras comunidades para tratar alguna afección, se presentan por nombre común y familia en el Cuadro 3.

1.5.1 Diagnóstico epidemiológico.

Para las especies medicinales reportadas por los entrevistados se registraron 51 problemas de salud tal como fueron percibidos por los pobladores de la comunidad, una vez identificados se clasificaron por categoría de uso (Cuadro 4), lo que indica que los desórdenes del sistema digestivo tienen la más alta frecuencia de uso con un 16%, seguido del sistema endocrino (15%), las infecciones (13%) y el sistema respiratorio (10%). En cambio en los desórdenes mentales, del sistema metabólico, nutricionales y en envenenamiento no se registraron especies empleadas por la población para estas categorías de uso. Algunas especies mencionadas son ampliamente usadas en el tratamiento de varios padecimientos como la *Annona muricata* L., *M. recutita* L., *Tradescantia spathacea* Sw., *Persea americana* Miller., *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Cymbopogon citratus* Stapf., *Ruta graveolens* L. y *Manilkara zapota* L. van Royen, mientras que otras especies son de uso específico (7%).

Nombre común	Familia	Nombre científico
Achiote	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.
Albahaca	Lamiaceae	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.
Belladona	Crassulaceae	<i>Kalanchoe flammea</i> Stapf.
Bugambilia	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choise.
Canela	Lauraceae	<i>Cinnamomun zeylanicum</i> Breyne.
Cempoal (Tiscoque)	Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i> L.
Chicozapote	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.
Dormilona	Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.
Epazote	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.
Esclaviosa	Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i> L.
Guayaba	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.
Hierba Martín	Lamiaceae	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.
Llanté	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.
Matalí	Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> Purpusii
Momo de ombligo	Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.
Nance	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.

Naranja agria	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.
Palo mulato	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Ruda	Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.
Sábila	Liliaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burn. F.
Sasafrán (Sasafrán espinoso)	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> Tr. et Planch.
Sauco	Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i> Presl.
Zacate limón (verde limón)	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf.

Cuadro 1 Especies compartidas derivadas del análisis comparativo de investigaciones realizadas en el estado de Tabasco sobre plantas medicinales de Maldonado-Mares (2003), Magaña-Alejandro et al. (2010), Puente-Pardo et al. (2010), Gómez (2012)

Nombre común	Familia	Nombre científico
Ajenjo	Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i> L.
Ajonjolí	Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i> L.
Alferecia	Orquidaceae	<i>Oncidium cebolleta</i> (Jacq.) Sw.
Algodón	Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
Alucema	Lamiaceae	<i>Lavanda angustifolia</i> Mill.
Berenjena	Solanaceae	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.
Caimito	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.
Canai (Tanay)	Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i> Benth.
Cañita agria	Zingiberaceae	<i>Costus pulverulentus</i> C. Presl.
Cimarrona	Capparaceae	<i>Capparis espinosa</i> L.
Comino	Apiaceae	<i>Cuminum cyminum</i> L.
Diente de león	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.
Flor de tila	Theaceae	<i>Ternstroemia pringlei</i> (Rose) Standley.
Guapinol	Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Hierba del Zopilote	Solanaceae	<i>Solanum pubigerum</i> Dunal.
Hoja de cólico (Flor de canica)	Lamiaceae	<i>Salvia micrantha</i> Vahl.
Hoja de San José	Malvaceae	<i>Althaea officinalis</i> L.
Laurel	Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth.

Mamey	Guttiferae	<i>Mammea americana</i> L.
Patate (cacao blanco)	Sterculiaceae	<i>Theobroma bicolor</i> Humb & Bonpl.
Rambután	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.
Taray	Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i> Kunth.
Valeriana	Valerianaceae	<i>Valeriana edulis</i> Nutt subsp. Procera.
Zanahoria	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.

Cuadro 2 Especies identificadas en el presente trabajo no reportadas en los estudios previos de Maldonado-Mares (2003), Magaña-Alejandro et al. (2010), Puente-Pardo et al. (2010), Gómez (2012).

^a Plantas silvestres. ^b Plantas cultivadas (huertos familiares y parcelas). ^c Plantas adquiridas en los mercados. Parte usada: C) corteza; F) flor; Fr) fruto; H) hojas; R) raíz. Forma de preparación: cataplasma _{cat}, cocimiento _c, infusión _i, tintura _t, otro _o. *Número de colecta, Herbario CSAT.

1.5.2 Importancia relativa de las especies utilizadas.

Con el propósito de evaluar la importancia cultural relativa de las plantas medicinales registradas, se tomó en cuenta el valor del nivel de uso significativo (NUS) indicado en la Cuadro 1, de las 128 especies utilizadas en el contexto estudiado, solamente 13 tuvieron un alto número de citas y presentaron un NUS superior al 20 %. Destacan en importancia relativa: maguey morado (*Tradescantia spathacea* Sw.), hierba buena (*Mentha piperita* L.), toronjil (*Agastache mexicana* (Kunth) Lint & Epling), sábila (*Aloe vera* (L.) Burn. F.), albahaca (*Ocimum micranthum* Willd.), manzanilla (*Matricaria recutita* L.), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), nopal (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck.), zacate limón (*Cymbopogon citratus* Stapf.), chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) van Royen.), bugambilia (*Bougainvillea glabra* Choise.), canela (*Cinnamomun zeylanicum* Breyne.) y oreganón (*Lippia graveolens* H.B.K.).

Padecimiento (categoría de uso)	No. de Taxa	%
Dolor de estómago (DSD)*	34	16
Diabetes (DSE)*	33	15
Disentería (DSD)*	27	13
Tos (DSR)*	21	10

Dolor de cabeza (DSN)*	21	10
Retención urinaria (DSGU)*	20	9
Diarrea (DSD)*	16	8
Trastornos menstruales (DSG)*	15	7
Fiebre (INF)*	15	7
Reumatismo (DSC)*	11	5

Cuadro 3 Reporte de uso y número de especies utilizadas por la comunidad de Malpasito.

*Desórdenes del sistema digestivo (DSD), desórdenes del sistema endocrino (DSE), desórdenes del sistema respiratorio (DSR), desórdenes del sistema nervioso(DSN), desórdenes del sistema genitourinario (DSGU), infecciones (INF), Desórdenes del sistema circulatorio (DSC).

1.6 Discusión

La disponibilidad y uso de las plantas medicinales en la propia comunidad denota su valor como recurso terapéutico, lo que evidencia la amplia biodiversidad vegetal presente y el amplio conocimiento que los pobladores tienen de la flora medicinal para aliviar las dolencias más frecuentes.

Para la zona de estudio es bajo el porcentaje (21%) de especies cultivadas en los huertos familiares; considerando que el mayor porcentaje de plantas medicinales usadas en la comunidad corresponde a las especies herbáceas (56%), podría promoverse el cultivo en los huertos familiares de estas especies medicinales, dado que ocupan menos espacio dentro de los huertos, además de su fácil manejo (Magaña-Alejandro *et al.*, 2010) reduciendo así la necesidad de ir al campo a colectarlas (Raymond, 2011 y Leonti *et al.*, 2003).

Hersch-Martínez (2003) señala en su estudio que la mayor parte de las plantas medicinales usadas en México son de origen silvestre López-Sandoval (2010) consistente en ello, el 76 % de las especies identificadas en el presente estudio son silvestres; de tipo ruderal o arvense, esto es que compiten con otras especies vegetales al invadir gran parte del terreno favoreciendo el progreso y propagación de insectos, así como el refugio de otros animales; consideradas en muchos casos sin importancia antropogénica; sin embargo pueden presentar actividad biológica benéfica para la salud.

De las 46 plantas medicinales silvestres sobresalen por su uso entre los pobladores el cundeamor (*Momordica charantia* L.), la dormilona (*Mimosa púdica* L.) y la hierba martín (*Hyptis verticillata* Jacq.); especies que han sido investigadas ampliamente, como *M. charantia* de la familia Cucurbitaceae, con uso medicinal demostrado con efecto hipoglucemiante (Alonso, 2007; Khan, 2012); además sus semillas son usadas como alimento (Lira *et al.* 2002).

En los recorridos realizados durante la entrevista y colecta no se observó evidencia del impacto en la vegetación natural primaria o secundaria debido a la recolección de especies empleadas por los pobladores, dado que son para autoconsumo; sin embargo, podrían presentarse problemas de sobre explotación y pérdida del recurso de acuerdo con Martínez-Moreno (2006), es decir, cuando las partes utilizadas son la reproductiva o vegetativa, el problema es menor ya que la planta no es necesariamente eliminada, pero cuando se utiliza corteza o raíz, como es el caso de algunas de las especies reportadas como la corteza de las plantas canai (*Heliconia latispatha* Benth.), cancerina (*Hippocratea excelsa* Kunth), cuajilote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem.), chicozapote (*Manilkara zapota* L. van Royen) y zapote de agua (*Pachira aquatica* Aubl.); además de la raíz de calahuala (*Phlebodium aureum* L. J. Smith.) y del guaco (*Aristolochia pentandra* Jacq.); es muy fácil que el recurso sea alterado y resulte en abatimiento de las poblaciones, sobre todo cuando hay un aumento de la demanda y el recurso se convierte en una fuente de ingresos que atrae a recolectores sin experiencia o ajenos al contexto del uso tradicional del recurso.

Por otro lado, la adquisición de plantas en el mercado local es debido a las condiciones ambientales de la zona dado que no son propicias para el cultivo de especies como la manzanilla (*Matricaria recutita* L.), el comino (*Cuminum cyminum* L.) o el laurel (*Litsea glaucescens* Kunth).

En la comunidad refieren los pobladores que no cuentan con evidencia documental de las especies o métodos de recolección, es por ello que se deben llevar a cabo estudios donde se registre cuáles plantas se recolectan para uso en la comunidad o los mercados locales, pero es también de suma importancia conocer los métodos usados por los recolectores de estas plantas, principalmente en la zona por considerarse área protegida,

con la finalidad de diseñar estrategias que permitan un manejo sostenible, o en su caso que estén dirigidas a la recuperación de dichos recursos.

Para esto es necesaria la participación de la comunidad, principalmente de los recolectores, tanto en el diseño de las estrategias de manejo como en su puesta en marcha (Lagos, 2006).

Trece especies presentaron NUS superior al 20 %, lo que establece su importancia relativa según TRAMIL; por lo tanto, se puede considerar que estas especies tienen un elevado grado de aceptación popular en sus propiedades curativas (Bruni *et al.* 1997; Santillán-Ramírez *et al.*, 2008; Díaz, 2010).

Respecto al número de especies medicinales reportadas en otros estudios en el municipio y en el estado se conocen 257 especies, Maldonado-Mares (2003) reporta 123, Magaña-Alejandro *et al.* (2010) 232, Puente-Pardo *et al.* (2010) 56, Gómez (2012) 112 y nuestro estudio aporta 128 especies de las cuales el 18.75% (24) no han sido reportadas en los trabajos antes mencionados.

Esta diferencia se debe probablemente a que no trabajaron exclusivamente con las personas conocedoras de plantas de las comunidades, lo que refleja el menor conocimiento tradicional. Las similitudes son mayores con lo reportado para el municipio de Nacajuca, 83 especies compartidas, en tanto que para El Caobanal comunidad más cercana a la cabecera municipal de Huimanguillo, sólo son 65 especies que se reportan con el mismo nombre.

La información etnobotánica obtenida revela que los usos terapéuticos registrados para las seis especies medicinales más frecuentes, coinciden con otros previamente reportados para estas familias a las cuales se les atribuyen propiedades curativas para un gran número de padecimientos.

Diversos usos han sido dados a las plantas de la familia Bromeliaceae entre estos el medicinal, presente en al menos 19 especies reportadas por Hornung-Leoni (2011). Las familias *Fabaceae* y *Lamiaceae* destacan por su amplia distribución en el país, gran cantidad de especies y su reconocida presencia de metabolitos secundarios en estas familias (Rzedowski, 1993; Shanley, *et al.*, 2003).

La gran riqueza de plantas indica la importancia que tienen estos recursos locales en la atención primaria de la salud, tal es el caso de *M. zapota* que se usa para el insomnio, la disentería, la diarrea y la tuberculosis (Maldonado-Mares, *et al.*, 1992; Maldonado-Mares, 2003; Alonso, 2007). Se encontró que las plantas registradas se utilizan para aliviar problemas de los sistemas digestivo, endocrino y respiratorio principalmente.

Se destaca el alto número de especies para afecciones digestivas, le siguen en importancia las plantas usadas para el tratamiento de la diabetes; por otra parte al registrar los problemas de salud más frecuentes, tal como fueron percibidos por los pobladores, un rasgo sobresaliente de las percepciones locales sobre estos, indica, que los entrevistados mezclan las enfermedades como entidades (nosológicas) con signos y síntomas que pueden corresponder a cualquier afección de salud (Carrillo-Rosario, 2006).

Es importante destacar la atención a la comunidad en el centro de salud donde se atienden enfermedades comunes no graves; sin embargo la entrevista arroja entre otras enfermedades, un dato relevante con respecto al padecimiento de la diabetes en la cual se detectó a 29 familias que reportaron al menos uno de sus integrantes con esta enfermedad, lo que representa un 40.27%.

Considerado este padecimiento como causa de deceso, ya que ocupa el tercer lugar, únicamente después de las enfermedades cardiovasculares y oncológicas, y a que su prevalencia en la población mexicana oscila del 2 al 5% y su mortalidad reportada en 1994 fue de 15.8 por cada 100,000 habitantes. Para cumplir con los objetivos del Milenio al 2015 se deberán tomar acciones tendientes a abatir la diabetes y el uso de plantas medicinales puede ser una alternativa para ello (Delgado, 2002; Hernández-Galicia, 2002, Rajesh, 2010).

1.7 Conclusiones

Es posible identificar la incorporación de dos elementos del conocimiento local de la medicina herbaria, particularmente uno obtenido de la observación sobre la flora local de

traspatio y las especies silvestres y el otro relacionado con la escasa demanda de plantas adquiridas en los mercados locales.

La considerable proporción (76%) de especies silvestres demuestra la fuerte dependencia que se tiene en Malpasito de su entorno vegetal natural, para aliviar diversos malestares y la aún definida tradición medicinal local como una alternativa relevante en la atención primaria de la salud.

En virtud de contar con un 18 % de especies registradas como medicinales no reportadas en trabajos previos en Tabasco, surge la necesidad por realizar investigaciones para contribuir al inventario de las plantas medicinales del estado.

Con los resultados de este trabajo de las 128 especies medicinales registradas, 13 presentaron niveles de uso significativo, las cuales podrían ser sujetas a futuros análisis fitoquímicos, toxicológicos y farmacológicos en la generación de nuevas alternativas terapéuticas.

1.8 Lectura citada

Albuquerque UP, Lucena RFP, Monteiro JM, Florentino ATN, Almeida CF. 2006. Evaluating two quantitative ethnobotanical techniques. *Ethnobotany Research & Applications*.4:51-60.

Albuquerque UP, Sousa-Araújo TA, Ramos MA, do Nascimento VT, Lucena RFP, Monteiro JM, Alencar NL, Lima-Araújo E. 2009. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. *Biodivers Conserv*. 18:127-150.

Alonso J. 2007. *Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos*. Editorial Corpus. Argentina. 1350pp.

Amiguet VT, Arnason JT, Maquin P, Cal V, Sánchez-Vindas P, Poveda L. 2005. A consensus ethnobotany of the Q'eqchi' Maya of the southern Belize. *Economic Botany*. 59(1):29-42.

- Bermúdez A, Oliveira MME, Velásquez D. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*. 30 (8):453-459.
- Bermúdez A, Velásquez D. 2002. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando Técnicas cuantitativas. *Rev. Facultad de Farmacia*. 44:2-6.
- Blanché C, Bonet MÁ, Muntané J, Vallés J. 1996. Base de datos en etnobotánica: elaboración de los resultados. *Monograf. Jard. Bot. Córdoba*. 3:63-68.
- Blanco-Castro E. 1996. *Monografía Jardín Bot. Córdoba*. 3:89-91.
- Bruni A, Ballero M, Poli F. 1997. Quantitative ethnopharmacological study of the Campidano Valley and Urzulei district, Sardinia, Italy. *J. of Ethnopharm*. 57:97-124.
- Cardoso CMD. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p170
- Carrillo-Rosario T, Moreno G. 2006. Importancia de las plantas medicinales en el autocuidado de la salud en tres caseríos de Santa Ana Trujillo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Farmacia*. 48(2):21-28.
- Castañeda-Sánchez O, Morúa-Ramírez JC, Ríos-Torres E, 2008. Frecuencia y uso de la herbolaria y medicina tradicional para el trabajo de parto y puerperio en dos poblaciones. *Atención Familiar*. 15(2): 28-35.
- Delgado G.C. 2002. Biopioacy and Intellectual Property as the Basis for Biotechnological Development: The Case of Mexico. *International Journal of Politics, Culture and Society*, 16:2.
- Díaz R. 2010. Las plantas medicinales mexicanas como fuente de antimicobacterianos, *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 41(1):22-29.
- Ferreira MAJ, Wetzel MVS, Valois ACC, Macedo J. 2005. El estado del arte de los recursos fitogenéticos en las Américas. *Agrociencia*. 9 (1-2): 85-90.

- Germosén-Robineau L. 1995. Hacia una Farmacopea Vegetal Caribeña. TRAMIL 7, Enda-Caribe, UAG, Universidad de Antioquia, Santo Domingo, República Dominicana. 696pp.
- Gómez AR. 2012. Plantas medicinales en una aldea del Estado de Tabasco, México. Rev. Fitotec. Méx. 35(1):43-49.
- Hernández-Galicia E, Aguilar-Contreras A, Aguilar-Santamaría L, Román-Aramos R, Chávez-Miranda AA, García-Vega LM., Flores-Sáenz JL, Alarcón-Aguilar FJ. 2002. Studies on hypoglycemic activity of Mexican medicinal plants. Proc. West. Pharmacol. Soc. 45:118-124.
- Hersch-Martínez P. 2003. Actores sociales de la flora medicinal en México. Universidad de México. 30-36pp.
- Hornung-Leoni C. 2011. Bromeliads: Traditional plant food in Latin America since prehispanic times. Polibotánica. 32:219-229.
- INEGI, 2010. XIII Censo General de Población y Vivienda. México.
- Khan V, Kalam NA, Akhtar M, Aquil M, Mujeeb M, Pillai KK. 2012. A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential. J Pharm Bioallied Sci. 4(1) 27-42.
- Lagos S. 2006. Conservation of medicinal plants in Central America and the Caribbean. Word bank reports. <http://www.worldbank.org/afr/ik/default.htm>
- Leonti M, Ramírez, R.F, Sticher, O., y Heinrich M. 2003. Medicinal Flora of the Popoluca, México: A botanical Systematical perspective. Economic Botany. 57(29):218-230.
- Lira R, Caballero J. 2002. Ethnobotany of the wild mexican Cucurbitaceae. Economic Botany. 56(4):380-398.
- López-Sandoval J, Koch SD, Vázquez-García LM, Munguía-Lino G. Morales-Rosales EJ. 2010. Estudio Florístico de la parte central de la Barranca Nenetzingo, Municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México. Polibotánica. 30:9-33.

- Lot, A., Chiang, F. (Compiladores). 1986. Manual del Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p142.
- Lozoya, X. 1994. Two decades of Mexican ethnobotany and research in plant drugs. Ciba Found Symp. 185:130-40.
- Magaña-Alejandro, MA. 1995. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 254pp.
- Magaña-Alejandro MA, Gama-Campillo LM, Mariaca-Méndez R. 2010. El uso de las plantas medicinales en las comunidades maya-chontales de Nacajuca, Tabasco, México. Polibotánica. 29:213-262.
- Maldonado-Mares F. 2003. Flora Medicinal del Estado de Tabasco: Uso, manejo y conservación. Instituto para el desarrollo de sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 260 pp.
- Maldonado-Mares F, Vargas SG, Molina MR, Sol SA. 1992. Frutales Tropicales de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 127pp.
- Martínez-Moreno D, Alvarado-Flores R, Mendoza-Cruz M, Basurto-Peña F. 2006. Plantas medicinales de cuatro mercados del estado de Puebla, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México.79:79-87.
- McClatchey WC, Mahady, G.B., Bennett B.C., Shiels, L., Savo, V. 2009. Ethnobotany as a pharmacological research tool and recent developments in CNS-active natural Products from ethnobotanical sources. Pharmacol. Ther. 123(2):239-254.
- Ochoa-Gaona S, De la Cruz-Arias D. 2002. La Distribución y fenología de la Flora Arbórea del Estado de Tabasco con base en la información de Herbario. Universidad y Ciencia. 18 (36):123-156.
- Pardo de Santayana M, Gómez P.E. 2003. Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. Anales Jardín Botánico de Madrid. 60 (1):171-182.

- Paredes-Flores M, Lira SR, Dávila APD. 2007. Estudio Botánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica*. 79:13-16.
- Pérez-Ruiz ML, Argueta-Villamar A. 2005. Saberes indígenas y diálogo intercultural. *Cultura y representaciones sociales*. 5 (10):1-56.
- Puente-Pardo E, López-Hernández ES, Mariaca-Méndez R, Magaña-Alejandro MA. 2010. Uso y disponibilidad de plantas medicinales en los huertos familiares de El Caobanal, Huimanguillo, Tabasco, México. *U. Tecnociencia*. 4(1):40-53.
- Rajesh A, 2010. Medicinal plants-Biotechnology. C.A.B. International. III. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data CABI South Asia Edition: 978 1 84593 855 0, ISBN-13: 978 1 84593 678 5.1-370.
- Raymond ATG. 2011. Tropical vegetable production, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, www.cabi.org, ISBN 978-1-84593-753-9. Preston, UK.1-225.
- Rodríguez-Rivas M, López-Guerra RL, Casas-Blanco JC. 2002. Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso. *Acta Farm. Bonarense*. 21(3): 213-217.
- Rojas-Alba M. 2009. Tratado de medicina tradicional Mexicana, bases históricas, teoría y práctica clínico-terapéutica. Tlahui-Plaza y Váldez-UIEM. México. 1250pp.
- Rzedowski J. 1993. El papel de la familia Compositae en la flora sinantrópica de México. *Frag. Flor. Geobot. Suppl.* 2(1):123-138.
- Santillán-Ramírez MA, López-Villafranco ME, Aguilar-Rodríguez S, Aguilar-Contreras A. 2008. Estudio etnobotánico, arquitectura foliar y anatomía vegetativa de *Agastache mexicana* ssp. mexicana y *A. mexicana* ssp. xolocotziana. *Revista mexicana de biodiversidad*. 79:513-524.
- Scheffer MC, Corrêa-Júnior C, y Radomski MI. 2005. Domesticação de plantas medicinais: A experiência da Espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex reiss). *Agrociencia*. 9(1-2):53–59.

- Shanley P, Luz L. 2003. The impacts of forest degradation on medicinal plant use and implications for health care in eastern Amazonia. *BioScience*. 53 (6):573-784.
- Thomas E, Vandebroek I, Van Damme P. 2007. What Works in the field? A comparison of different interviewing methods in ethnobotany with special reference to the use of photographs. *Economic Botany*. 6(4):376-384.
- Toledo VM, Batis AI, Becerra R, Martínez E, Ramos CH. 1995. La Selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*. 20(4):177-87.
- Vovides AP. 1993. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío.18:2-5.
- World Health Organization (WHO). 1995. Traditional practitioners as primary health careworkers: Guidelines for training traditional health practitioners in primary health care.p84.
- World Health Organization (WHO). 2005. WHO Traditional medicine strategy 2002-2005. Document WHO/EDM/TRM/2002.1.p61.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación fue posible gracias a la generosa colaboración e información suministrada por los habitantes de Malpasito en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. Al Colegio de Posgraduados por la beca otorgada mediante el Fideicomiso de Investigación 2009 y a la Dra. Eustolia García López responsable del Herbario del CSAT, por su contribución en la identificación de las especies. A la Universidad Popular de la Chontalpa por las facilidades para el presente proyecto Doctoral.

Este documento forma parte de la tesis del Doctorado en Ciencias de Villarreal-Ibarra Edelia Claudina.

Nombre común	Especie/ Colecta*	Familia	Parte usada/ preparación	Frecuencia (No. de menciones)	NUS
Achiote ^b	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Fr _i , H _t	3	4.16
Aguacate ^b	<i>Persea americana</i> Miller.	Lauraceae	H _i	13	18.05
Ajenjo ^c	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	H _i	3	4.16
Ajo ^b	<i>Allium sativa</i> L.	Liliaceae	F _c	7	9.27
Ajonjolí ^b	<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	Fr _c	1	1.38
Albahaca ^b	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	Lamiaceae	H _{i,c}	32	44.44
Alferecia ^b	<i>Oncidium cebolleta</i> (Jacq.) Sw. CVI014(CSAT)*	Orquidaceae	H _i	1	1.38
Algodón ^a	<i>Gossypium hirsutum</i> L. CVI013(CSAT)*	Malvaceae	H _i	2	2.77
Almendro ^b	<i>Terminalia cattapa</i> L.	Combretaceae	H _i	2	2.77
Altamisa ^b (Estafiate)	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	H _i	3	4.16
Alucema ^c	<i>Lavanda angustifolia</i> L.	Lamiaceae	F _i	1	1.38
Arnica ^a (Amargoso, tanchiche)	<i>Thitonia diversifolia</i> (Hemsley) Gray. CVI02(CSAT)*	Asteraceae	H _i	6	8.33
Arroz ^b	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	H _i	1	1.38
Belladona cimarrona ^b (Hierba del sapo)	<i>Epaltes mexicana</i> Less.	Asteraceae	H _i	3	4.16
Belladona ^a	<i>Kalanchoe flammula</i> Stapf.	Crassulaceae	H _i	11	15.27
Berenjena ^c	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	Solanaceae	Fr _i	2	2.77
Borraja ^a	<i>Borago officinalis</i> L. CVI04(CSAT)*	Boraginaceae	H _i	1	1.38
Bugambilia ^b	<i>Bougainvillea glabra</i> Choise.	Nyctaginaceae	H _i , F _i	15	20.83
Cabello de ángel ^b	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Swartz. Breyne.	Fabaceae	F _i , H _i	2	2.77
Café ^b	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	H _i , Fr _i	1	1.38
Caimito ^b	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sapotaceae	H _i , T _c	1	1.38
Calahuala ^a	<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J. Smith.	Polypodiaceae	R _c	3	4.16
Camoreal ^a (Tamoreal)	<i>Disciphania calocarpa</i> Standl.	Menispermaceae	H _i	2	2.77
Canai ^a (Tanay)	<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Heliconiaceae	C _i	1	1.38
Cancerina ^b	<i>Hippocratea excelsa</i> Kunth	Hippocrateaceae	H _i , C _i	1	1.38
Canela ^c	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Lauraceae	T _i	15	20.83
Caña fistola ^a	<i>Cassia fistula</i> L. CVI09(CSAT)*	Fabaceae	F _i	1	1.38

Cañita agria ^a	<i>Costus pulverulentus</i> C. Presl. CVI026(CSAT)*	Zingiberaceae	H _i	1	1.38
Carambola ^b	<i>Averroha carambola</i> L.	Oxalidaceae	F _c	1	1.38
Castaña ^a (Árbol del pan)	<i>Arthocarpus altilis</i> (Park) Forsb.	Moraceae	H _i	4	5.55
Cedro ^b	<i>Cedrela odorata</i> L. Gaert.	Meliaceae	T _c	2	2.77
Cempoal ^b	<i>Tagetes erecta</i> L.	Asteraceae	H _i	9	12.25
Chaya ^b	<i>Cnidoscolus chayamansa</i> Mc. Vaugh.	Euphorbiaceae	H _i	7	9.27
Chayote ^b	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz.	Cucurbitaceae	H _i	2	2.77
Chicozapote ^b	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen. CVI018(CSAT)*	Sapotaceae	H _c , C _c	16	22.22
Chile amashito ^b	<i>Capsicum annum</i> L.	Solanaceae	H _i	1	1.38
Chipilín ^b	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. et Arn.	Fabaceae	H _i	1	1.38
Cimarrona ^b	<i>Capparis espinosa</i> L.	Capparaceae	H _i	2	2.77
Cocoba ^a	<i>Aristolochia grandiflora</i> Sw.	Aristolochiaceae	T _c	7	9.27
Cocoite ^a	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae	H _{i,c}	12	16.66
Cola de caballo ^b	<i>Equisetum myriochaetum</i> Schlechtendal & Cham.	Equisetaceae	H _i	6	8.33
Cola de tigre ^a	<i>Sansevieria zeylanica</i> Willd.	Agavaceae	H _i	1	1.38
Comino ^c	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Apiaceae	F _r	5	6.94
Cuajilote ^a	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Bignoniaceae	C _i , F _i	6	8.33
Cundeamor ^a	<i>Momordica charantia</i> L. CVI07(CSAT)*	Cucurbitaceae	H _c	11	15.27
Diente de león ^a	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	Asteraceae	H _{i,c}	2	2.77
Dormilona ^a	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	H _{i,c}	4	5.55
Epazote ^b	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	H _c , R _i	19	26.38
Esclaviosa ^b	<i>Capraria biflora</i> L. CVI019(CSAT)*	Scrophulariaceae	H _c	2	2.77
Flor de tila ^b	<i>Temstroemia pringlei</i> (Rose) Standley.	Theaceae	F _i	1	1.38
Gordolobo ^b	<i>Gnaphalium americanum</i> P. Mill.	Asteraceae	H _i	1	1.38
Guácimo ^b	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	H _i	6	8.33
Guaco ^a	<i>Aristolochia pentandra</i> Jacq.	Aristolochiaceae	R _c , H _i	1	1.38
Guanabana ^b	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	H _c , F _i	1	1.38
Guapinol ^a	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	H _i	1	1.38
Guarumo ^a	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol	Cecropiaceae	H _i	6	8.33
Guayaba ^b	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	H _c , F _c	11	15.27
Guayacán ^a	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nicholson.	Bignoniaceae	H _i	1	1.38

Hierba buena ^b	<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae	H _c	44	61.11
Hierba del Zopilote ^a	<i>Solanum pubigerum</i> Dunal.	Solanaceae	F _i , H _c	2	2.77
Hierba del zorrillo ^a	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Phytolaccaceae	H _c	4	5.55
Hierba dulce ^a	<i>Lippia dulcis</i> Trev. CVI023(CSAT)*	Verbenaceae	H _i	1	1.38
Hierba martín ^a	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	Lamiaceae	H _c	7	9.27
Hierba mora ^a	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	H _{cat}	1	1.38
Hierba santa ^b (momo)	<i>Piper auritum</i> H.B.K. CVI015(CSAT)*	Piperaceae	H _i	5	6.94
Hoja de cólico ^a	<i>Salvia micrantha</i> Vahl. CVI08(CSAT)*	Lamiaceae	H _i	8	11.11
Hoja de murciélago ^a	<i>Passiflora coriácea</i> Juss.	Passifloraceae	H _i	1	1.38
Hoja de San José ^a	<i>Althaea officinalis</i>	Malvaceae	H _i	1	1.38
Hoja de viento ^a	<i>Eupatorium pillieri</i> Klatt. CVI03(CSAT)*	Asteraceae	H _i	2	2.77
Incienso ^b	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. Subsp. Mexicana (Willd.) Keck.	Asteraceae	H _i	8	11.11
Isabelita ^b	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	Rosaceae	F _i	3	4.16
Laurel ^c	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth.	Lauraceae	H _i	1	1.38
Limón criollo ^b	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	Rutaceae	H _i , F _i	11	15.27
Llanté ^b	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	H _i	4	5.55
Macuilís ^a	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Bignoniaceae	T _c	5	6.94
Magüey morado ^b	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw. CVI05(CSAT)*	Commelinaceae	H _{c,t}	52	72.22
Maíz ^b	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	H _i	5	6.94
Mamey ^b	<i>Mammea americana</i> L.	Guttiferae	H _i	3	4.16
Mango ^b	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	H _i	3	4.16
Manzanilla ^c	<i>Matricaria recutita</i> L.	Asteraceae	H _i	25	34.72
Maravilla ^b	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	H _i	3	4.16
Matalí ^a	<i>Tradescantia zebrina</i> Purpusii CVI06(CSAT)*	Commelinaceae	H _i	7	9.27
Mayorga ^b	<i>Pedilanthus thymaloides</i> Poitt	Euphorbiaceae	H _i	1	1.38
Momo de ombligo ^b	<i>Piperum bellatum</i> L. CVI016(CSAT)*	Piperaceae	H _i	1	1.38
Nance ^b	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	Malpighiaceae	H _c	8	11.11
Naranja agria ^b	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	H _i	6	8.33
Naranja gray ^b	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	Rutaceae	F _c , F _r	8	11.11
Neem ^b (Paraíso)	<i>Melia azederach</i> L.	Meliaceae	H _i	1	1.38
Noni ^b	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	H _c , F _r	7	9.27
Nopal ^b	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck.	Cactaceae	T _o	17	26.61
Oreganón ^b	<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.	Verbenaceae	H _{cat}	15	20.83

Orozu ^a	<i>Lanthena hirta</i> (Graham). CVI024(CSAT)*	Verbenaceae	H _i	4	5.55
Palo mulato ^a	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	C _{cat,i,c}	2	2.77
Patate ^b	<i>Theobroma bicolor</i> Humb & Bonpl.	Sterculiaceae	H _c	1	1.38
Perejil ^b	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Apiaceae	H _c	2	2.77
Pericón ^a	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Asteraceae	H _i	2	2.77
Pie de araña ^b	<i>Acalypha arvensis</i> Poep.	Euphorbiaceae	H _i	1	1.38
Pimienta ^b (Pimienta gorda)	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.	Myrtaceae	H _c	5	6.94
Piña cimarrona ^b	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Bromeliaceae	F _c	1	1.38
Piña ^b	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	H _i , F _c	3	4.16
Pitahaya ^a	<i>Hylocereus undatus</i> (Haworth) Britton & Rose.	Cactaceae	F _i	1	1.38
Plátano ^b	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	T _c	2	2.77
Rabo de mico ^a	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boraginaceae	H _c	1	1.38
Rambután ^b	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Sapindaceae	H _c	2	2.77
Riñonina ^a	<i>Ipomoea pescaprae</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae	H _i , F _i	1	1.38
Romero ^c	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	H _i	2	2.77
Rompe piedra ^a	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Euphorbiaceae	H _i	1	1.38
Rosa de castilla ^b	<i>Rosa gallica</i> L.	Rosaceae	H _c , F _i	4	5.55
Ruda ^b	<i>Ruta graveolens</i> L. CVI017(CSAT)*	Rutaceae	H _i	39	54.16
Sábila ^b	<i>Aloe vera</i> (L.) Burn. F. CVI012(CSAT)*	Liliaceae	H _c	33	45.83
Sasafrán ^b	<i>Bursera graveolens</i> Tr. et Planch.	Burseraceae	H _i	6	8.33
Saucó ^b	<i>Sambucus mexicana</i> Presl.	Caprifoliaceae	H _c	10	11.38
Cinco negritos ^a	<i>Lantana camara</i> L. CVI022(CSAT)*	Verbenaceae	R _i , H _c	4	5.55
Sosa ^a	<i>Solanum allanum</i> CVI020(CSAT)*	Solanaceae	H _i	2	2.77
Taratana ^b	<i>Senna alata</i> L. CVI010(CSAT)*	Fabaceae	H _c	1	1.38
Taray ^a	<i>Salix taxifolia</i> Kunth.	Salicaceae	H _i	1	1.38
Te de playa ^b	<i>Lippia alba</i> CVI025(CSAT)	Verbenaceae	H _i	6	8.33
Tinta de añil ^b (tinta chiapaneca)	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. CVI011(CSAT)*	Fabaceae	H _c	4	5.55
Toronjil ^b	<i>Agastache mexicana</i> (Kunth) Lint & Epling.	Lamiaceae	H _{i,c}	33	45.83
Trébol ^a	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	H _i	9	12.5
Tulipán ^b	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	F _i	2	2.77
Valeriana ^a	<i>Valeriana edulis</i>	Valeranaceae	H _i , F _i	4	5.55

	Nutt subsp. Procera. CVI021(CSAT)*				
Verbena ^a	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Verbenaceae	H _i	1	1.38
Verdolaga ^a	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae	H _c	2	2.77
Vicaria ^b	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Donn. CVI01(CSAT)*	Apocynaceae	H _i	11	15.27
Zacate limón ^b	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf	Poaceae	H _i	17	26.61
Zanahoria ^c	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	Fr _c	1	1.38
Zapote de agua ^a Apompo	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Bombacaceae	H _i , C _c	2	2.77

a) Plantas silvestres (76%). **b)** Plantas cultivadas en los huertos (21%). **c)** Plantas adquiridas en los mercados (3%). Parte usada: C) corteza; F) flor; Fr) fruto; H) hojas; PA) parte aérea; R) raíz. Forma de preparación: cat) cataplasma, c) cocimiento, i) infusión, t) tintura, o) otro.

CAPITULO II. EVALUACIÓN ETNOFARMACOLÓGICA DE PLANTAS CON PROPIEDADES HIPOGLUCÉMIANTES USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL SURESTE DE MÉXICO²

2.1 Resumen

Ante el incremento de enfermedades crónico-degenerativas como la Diabetes Mellitus (DM), es necesario e indispensable documentar y evaluar farmacológicamente las plantas utilizadas en la medicina tradicional regional para el control empírico de esta enfermedad. Este estudio presenta los resultados de una investigación etnofarmacológica de especies vegetales mexicanas empleadas empíricamente en una comunidad del sureste mexicano para el control de la DM. La información se obtuvo en una comunidad de Tabasco, México a través de una entrevista estructurada TRAMIL y mediante la consulta de ejemplares de herbario. Se encontró un total de 36 especies vegetales que son usadas en la comunidad para el control de la DM; todas esas especies conocidas por uno o más nombres locales. Las familias más representadas son las Fabaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Liliaceae, Meliaceae y Poaceae. Destacan cinco especies por su uso significativo TRAMIL (UST) para el control de la DM, siendo las más importantes *Tradescantia spathacea* Sw. y *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. La importancia de uso en la comunidad enfatiza la necesidad de iniciar estudios farmacológicos sobre la actividad hipoglucémica de estas especies.

Artículo enviado con correcciones atendidas, para su publicación a la Revista "Boletín Latinoamericano de Plantas Medicinales y Aromáticas del Caribe"². Edelia Claudina Villarreal-Ibarra¹, Luz Del Carmen Lagunes-Espinoza¹, Pedro Antonio López², Eustolia García-López¹, David Jesús Palma-López¹, Carlos Freddy Ortiz-García¹ Y María Azucena Oranday-Cárdenas³.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco (CP), Periférico Carlos A Molina s/n, 86500 Cárdenas, Tabasco, México. ²Candidato a Doctor. Correo electrónico: villarreal.ibarra@colpos.mx/palopez@colpos.mx ³Colegio de Postgraduados-Campus Puebla, km. 125.5 carretera federal México-Puebla, 72760 Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. Laboratorio de Química. Facultad de Biología. 66460 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Palabras Clave: Plantas medicinales; Diabetes Mellitus; hipoglucemia; Malpasito, México.

2.2 Abstract

Because of the increase of chronic degenerative diseases, such as Diabetes Mellitus (DM), it is necessary and indispensable to carry out pharmacological studies in order to identify and to evaluate plant species that are used in regional traditional medicine for empirical control of DM. Results of an ethnopharmacological research on Mexican plants used for empirical control of DM in a community at the southeast of Mexico are presented in this study. Information was obtained from people at a community of Tabasco, Mexico by means of applying a TRAMIL structured interview, and by reviewing herbarium specimens. A total of 36 plant species that are used in the community to control the DM was found, all of those species are known by one or more local names. Botanical families with more species mentioned by people are Fabaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Liliaceae, Poaceae, and Meliaceae. On the basis of their high TRAMIL significant use (TSU), five plant species are distinguished for local DM control, and two of them are the most important: *Tradescantia spathacea* Sw. and *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. The importance of using those species in the community emphasizes the need to initiate pharmacological studies on the hypoglycemic activity of them.

Key words: Medicinal plants; Diabetes Mellitus; hypoglycemic; Malpasito; México.

2.3 Introducción

En los países en desarrollo casi el 80% de la población hace uso de las plantas para cuidar su salud (WHO, 2002; Rodríguez *et al.*, 2002; Metcalfe *et al.*, 2010; Manaharan *et al.*, 2012) y en este contexto sólo el 5.2% de las especies utilizadas a nivel mundial cuenta con datos etnofarmacológicos (Cordell, 2002). En algunos casos se ha comparado a las plantas medicinales en relación a su importancia relativa (Costa *et al.*, 2012, Rutebemberwa *et al.*, 2013) y se ha establecido la relación entre las especies y el problema de salud (Hostettman y Marston, 2002; Dewicket *et al.*, 2006; Hersh y García, 2008; López *et al.*, 2011; Guaschet *et al.*, 2012).

Uno de los retos actuales de la etnofarmacología es documentar y preservar la riqueza biológica empleada en la medicina tradicional y desarrollar sistemas sustentables de producción y uso de plantas con potencial farmacológico para el tratamiento de diversas enfermedades (Pardo *et al.*, 2003; Devalaraja *et al.*, 2012; Monkset *et al.*, 2011; Bussmann *et al.*, 2013). De esta manera es posible mitigar la pérdida de este conocimiento en la población debido a la utilización irracional de algunas especies y a la degradación de los ambientes naturales (Shanley *et al.*, 2003; Bermúdez *et al.*, 2005).

En México uno de los desórdenes metabólicos crónicos es la Diabetes Mellitus (DM), el cual tiene impacto significativo sobre la salud, calidad y esperanza de vida de la población (Bussmann *et al.*, 2013) y es considerada como la principal causa de muerte en este país (American Diabetes Association Diabetes Care, 2012). Esta enfermedad se caracteriza por una elevada concentración de glucosa en la sangre, resultado de una insuficiencia de insulina, resistencia a la insulina o ambas, dando lugar a anormalidades metabólicas de carbohidratos, lípidos y proteínas (Abdul-Ghani *et al.*, 2006; Waugh *et al.*, 2007).

Su tratamiento médico se basa en cuatro factores fundamentales: la educación del paciente respecto a la enfermedad, el ejercicio físico, la dieta y los agentes hipoglucémicos. De estos últimos, los usados con mayor frecuencia para el control de la DM son las sulfonilureas, biguanidas, derivados de tiazolidinediona e insulina (WHO, 2005). Aunque estos compuestos químicos han sido usados extensamente por sus efectos benéficos en el control de la hiperglicemia, aún no se ha logrado establecer un control adecuado de la DM (Khan *et al.*, 2012). Entre las alternativas para el control de la DM se encuentra el desarrollo de nuevos fármacos eficaces, inocuos y accesibles, basados en el aislamiento de compuestos de origen natural, que brinden mayor calidad de vida y promuevan la buena salud reduciendo sus efectos secundarios (Gómez-Castellanos *et al.*, 2009; Marinoff *et al.*, 2009).

La medicina tradicional mexicana data de tiempos prehispánicos en la atención primaria de la salud (Rodríguez *et al.*, 2002; Andrade-Cetto y Heinrichs, 2005; Hersh-Martínez *et al.*, 2008; Gómez-Álvarez *et al.*, 2012). Algunos reportes refieren especies vegetales con elevada diversidad de metabolitos secundarios, con efecto hipoglucemiante tanto en animales como en humanos; actualmente se estiman más de 300 especies vegetales con actividad hipoglucemiante, superando a otros agentes potenciales con esta propiedad en los cuales su efecto ha sido demostrado experimental y clínicamente en menor proporción (Hernández-Galicia, *et al.*, 2002; Romero-Cerecero *et al.*, 2009; Andrade-Cetto *et al.*, 2010).

Para contribuir a la validación científica sobre la efectividad de las plantas usadas en la generación de nuevas alternativas terapéuticas, la presente investigación se destaca como una actividad preliminar para el rescate y conservación de la medicina tradicional de la región, con el objetivo de realizar un análisis del grado de conocimiento local sobre las plantas medicinales utilizadas en la comunidad de Malpasito, del municipio de Huimanguillo en el estado de Tabasco, México, para determinar aquellas especies de mayor importancia en el control empírico de la diabetes.

2.4 Material y métodos

2.4.1 Área de estudio

La comunidad de Malpasito es la principal aglomeración habitacional del ejido de Malpasito en el municipio de Huimanguillo, del estado de Tabasco, México. La comunidad se localiza en la cuenca del río Grijalva, dentro de la región de la Chontalpa entre las coordenadas 17°20'51" y 17°20'34" N y 93°35'40" y 93°35'10" W; su altitud varía de 400 a 1000 msnm (Fig. 1). El clima predominante es cálido y húmedo, con lluvias durante todo el año, según la clasificación de Köeppen, modificada por Enriqueta García (Cardoso, 1979); este clima es característico de las selvas altas, donde la temperatura media varía entre 25.4 °C y 26.9 °C. La comunidad cuenta con 356 habitantes, 190 de los cuales son hombres y 166 mujeres, distribuidos en 80 familias, con un número promedio de dos integrantes por familia (INEGI, 2010).

2.4.2 Colecta de datos

El estudio se realizó de octubre del 2009 a mayo del 2011. En primer término, con el fin de comunicar y sensibilizar a los habitantes sobre el objetivo de la investigación e identificar a los conocedores botánicos reconocidos por la comunidad (yerberos o parteras) y considerados informantes clave, se convocó a los pobladores adultos a dos pláticas introductorias en el Centro de Salud de la comunidad, como lo recomienda Blanco-Castro (1996). Posteriormente se aplicó una entrevista a los habitantes de cada una de las 77 viviendas existentes en la comunidad. La entrevista se enfocó a determinar las características generales de los habitantes: ocupación, edad, lugar de origen, idioma y lo relativo al uso y modo de empleo de plantas para el control de la diabetes. Los

cuestionarios se diseñaron siguiendo la metodología TRAMIL (Traditional Medicines in the Islands, Bermúdez *et al.*, 2005).

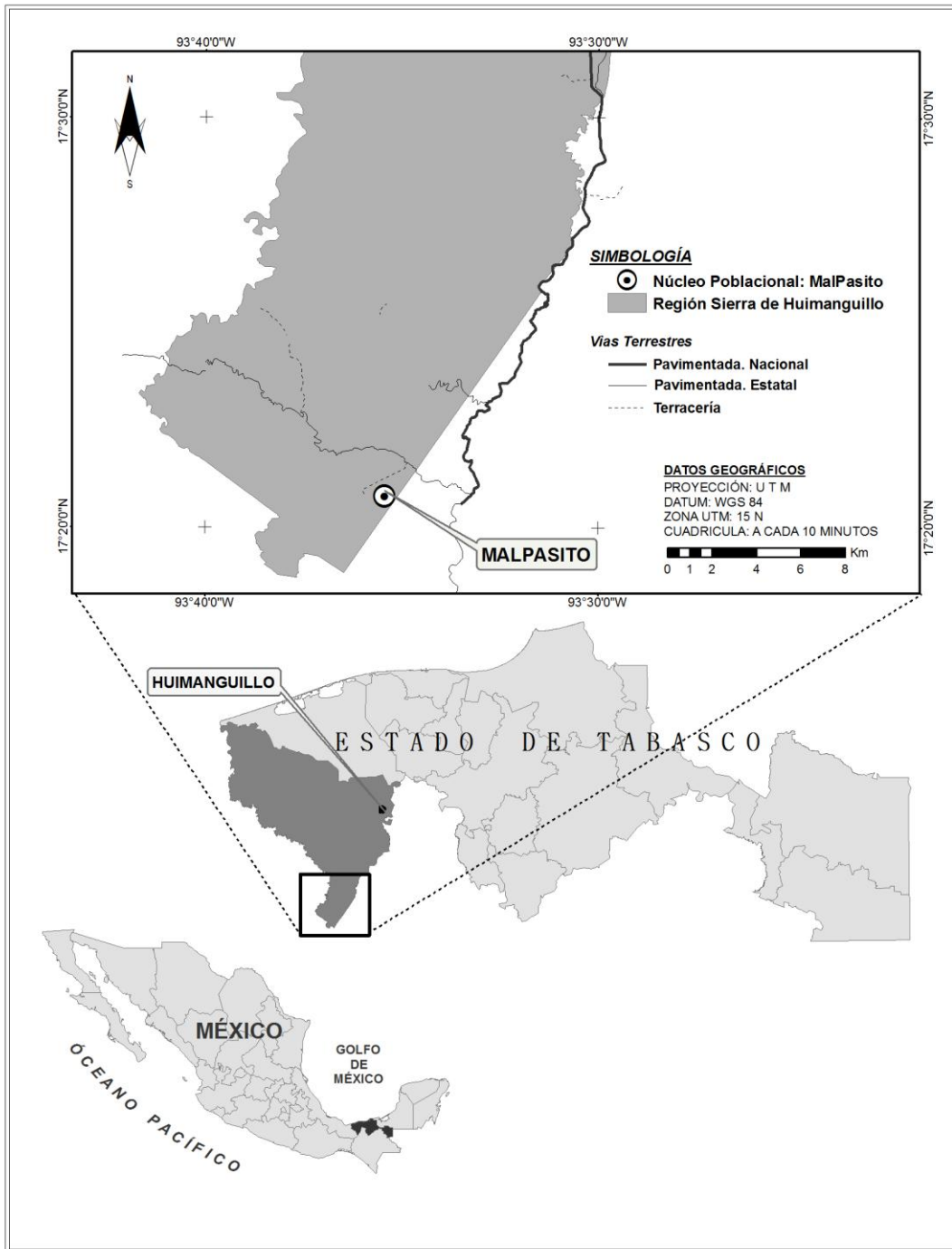


Figura. 1 Ubicación del área de estudio donde se localiza la comunidad en la región de Agua Selva en Tabasco.

Como parte de las entrevistas, se empleó la técnica de visita guiada por los informantes clave, que consistió en realizar recorridos a través de huertos de traspatio y parcelas de labor, con la finalidad de observar y localizar las plantas mencionadas por los entrevistados. Estos recorridos se realizaron entre los meses de octubre y junio, período en el que la mayor parte de las especies vegetales presentes en la región florecen y/o fructifican (Ochoa-Gaona *et al.*, 2002). En los recorridos se indagó acerca del grado de manejo de las especies (cultivadas o silvestres) y, en algunos casos, y para confirmar la identidad botánica, se colectaron especímenes para ser herborizados; cada especie se colectó en su ambiente natural mediante técnicas convencionales para estudios florísticos (Albuquerque, 2006; Lot y Chiang, 1986), asignándoles una clave de colecta.

La identificación de los especímenes se realizó con el apoyo de expertos, mediante bibliografía especializada y diversos fascículos de la Flora de Veracruz (Vovides, A.P., 1993), y por comparación visual con ejemplares del “Herbario CSAT” del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, donde se depositaron los ejemplares, quedando como referencia para este estudio.

Siempre se consideró la autonomía y disposición de los informantes clave para cooperar en la investigación, los datos etnobotánicos recabados fueron proporcionados voluntariamente por los entrevistados y no se conservó ningún material vivo de las especies colectadas.

2.4.3 Análisis estadístico

Para el propósito del presente trabajo la información se organizó y analizó a partir de bases de datos (Blanché *et al.*, 1996). Para cada planta se consideró solamente la información en términos del “reporte de uso” mencionado durante la entrevista, esto significa que si un informante mencionó a una planta para tratar más de una enfermedad en la misma categoría de uso (p.e. desórdenes del sistema endócrino) se consideró como un solo reporte de uso (Amiguet, *et al.*, 2005).

Para estimar el nivel de uso significativo TRAMIL (UST) para cada especie y verificar su aceptación cultural, se utilizó la metodología propuesta por Bermúdez (2005), mediante

la cual aquellos usos medicinales que son citados con una frecuencia superior o igual al 20% por las personas que usan plantas como primer recurso para un determinado problema de salud, puede considerarse que tienen aceptación cultural y por lo tanto, merecen su evaluación y validación científica.

El UST, se calcula dividiendo el número de menciones de uso principal para cada especie (s), por el número de informantes encuestados (nis) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{UST} = \text{Uso Especie (s)} * 100 / \text{nis}$$

Para establecer cuáles son las plantas promisorias para su validación experimental o bien aquellas que requieren ser estudiadas desde el punto de vista científico, se integró un inventario etnobotánico con la información obtenida a partir de las encuestas aplicadas y éste se contrastó con los resultados derivados de la revisión documental realizada sobre trabajos científicos que abordan el tema de las plantas utilizadas para controlar la diabetes.

Siguiendo la clasificación de Bailey y Day (1989), las especies resultantes se dividieron en tres grupos: 1) Plantas para el control de la diabetes, cuyas propiedades farmacológicas no han sido investigadas; 2) Plantas hipoglucémiantes cuya actividad ha sido investigada clínica o experimentalmente, pero cuyos compuestos hipoglucémiantes no han sido identificados, y 3) Plantas hipoglucémiantes cuyos principios activos (compuestos o fracciones aisladas) han sido caracterizados químicamente.

2.5 Resultados

El 52% de las personas entrevistadas mencionaron que al menos un integrante de cada familia, es decir 40 personas en edad promedio de 45 años padecen el “*azúcar*” (como se le conoce localmente a la diabetes en la comunidad) y de éstas sólo 20 llevan un seguimiento en el Centro de Salud, esta información fue confirmada por el médico a cargo de esta institución, a la cual asiste un profesional médico una vez cada semana, para atender enfermedades comunes no graves. Cuando los habitantes consideraran que la enfermedad no presenta riesgo alto, recurren por iniciativa propia a la utilización de plantas medicinales para aliviar el dolor o bien como terapia combinada.

El 84% de los entrevistados correspondió a mujeres y 16% a hombres, quienes en total mencionaron 36 diferentes especies de plantas utilizadas en el control de la diabetes. En la Cuadro 1 se presentan las especies identificadas, organizadas de acuerdo a la familia botánica a la que pertenecen seguida del nombre común, nombre científico, estatus (cultivada en los huertos, silvestre o adquirida en el mercado local), la parte utilizada, las formas de preparación y el nivel de uso significativo TRAMIL (UST).

Las especies pertenecen a 30 familias botánicas. La familia Fabaceae es la más representada con tres especies; le siguen las familias Asteraceae, Cucurbitaceae, Liliaceae, Meliaceae y Poaceae con dos especies cada una, del resto de las familias sólo se mencionó una especie por cada una (Figura 2).

Familia	Género	Nombre local	Parte usada (forma de preparación)	Frecuencia de uso	UST
Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo ^b	F _c	1	1.29
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Zanahoria ^c	Fr _c	1	1.29
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don.	Vicaria ^b	H _i	16	20.77
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.	Arnica ^a	H _i	4	5.19
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	Diente de león ^a	H _i , T _c	1	1.29
Bignoniaceae	<u><i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.</u>	Macuilis ^a	T _c	2	2.59
Boraginaceae	<u><i>Heliotropium indicum</i> L.</u>	Rabo de mico ^a	H _c	1	1.29
Cactaceae	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck.	Nopal ^b	T _o	18	23.37
Calophyllaceae	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey ^b	H _i	1	1.29
Caprifoliceae	<i>Valeriana edulis</i> subsp. <i>procera</i> (Kunth) F.G. Mey.	Valeriana ^a	H _i , F _i	2	2.59
Celastraceae	<i>Hippocratea excelsa</i> Kunth	Cancerina ^b	H _i	1	1.29
Commelinaceae	<u><i>Tradescantia spathacea</i> Sw.</u>	Magüey morado ^b	H _{c,cat}	17	22.08
Costaceae	<i>Costus pulverulentus</i> C. Presl	Cañita agria ^a	H _i	1	1.29

Crassulaceae	<i>Kalanchoe flammea</i> Stapf.	Belladona ^a	Hi	4	5.19
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chayote ^b	Hi	1	1.29
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor ^a	T _c	16	20.77
Equisetaceae	<i>Equisetum myriochaetum</i> Schldl. & Cham.	Cola de caballo ^b	Hi	2	2.59
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus chayamansa</i> Mc. Vaugh.	Chaya ^b	Hi	3	3.89
Fabaceae	<u><i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.</u>	Cocoite ^a	Hi,c	1	1.29

Cuadro 1. Continuación

Familia	Género	Nombre local	Parte usada (forma de preparación)	Frecuencia de uso	UST
Fabaceae	<i>Mimosa púdica</i> L.	Dormilona ^a	Hi, T _c	3	3.89
Fabaceae	<u><i>Hymenaea courbaril</i> L.</u>	Guapinol ^a	Hi	1	1.29
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate ^b	Hi	4	5.19
Malvaceae	<u><i>Pachira aquatica</i> Aubl.</u>	Zapote de agua ^a (Apompo)	Hi, C _c	4	5.19
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro ^b	T _c	2	2.59
Meliaceae	<i>Melia azederach</i> L.	Neem ^b (Paraíso)	Hi	1	1.29
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano ^b	T _c	1	1.29
Oxalidaceae	<i>Averroha carambola</i> L.	Carambola ^b	F _c	1	1.29
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Hierba santa ^b (momo)	Hi	2	2.59
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Maíz ^b	T _i	1	1.29
Poaceae	<i>Cymbopogon citrates</i> (DC.) Stapf.	Zacate limón ^b (verde limón)	Hi	1	1.29
Polypodiaceae	<u><i>Phlebodium aureum</i> (L.) J. Sm.</u>	Calahuala ^a	R _c	1	1.29

Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen.	Chicozapote ^e	H _c , C _c	16	20.77
Solanaceae	<u><i>Solanum pubigerum</i></u> Dunal.	Hierba del Zopilote ^a	Si, T _c	1	1.29
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Guarumo ^a	H _i	9	11.68
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Oreganón ^b	H _{cat}	1	1.29
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burn. F.	Sábila ^b	H _c	13	16.88

Cuadro. 1 Especies de plantas empleadas empíricamente para el control de la diabetes en la medicina tradicional de Malpasito, en Huimanguillo, Tabasco.

Leyenda: a) Plantas silvestres (41.6%); b) Plantas cultivadas en los huertos (55.6%); c) Plantas adquiridas en los mercados (2.8%). **Parte usada:** C) corteza; F) flor; Fr) fruto; H) hojas; PA) parte aérea; R) raíz. **Forma de preparación:** cat) cataplasma, c) cocimiento, i) infusión, t) tintura, o) otro. Especies subrayadas: Aquellas cuya actividad hipoglucémica no se ha investigado.

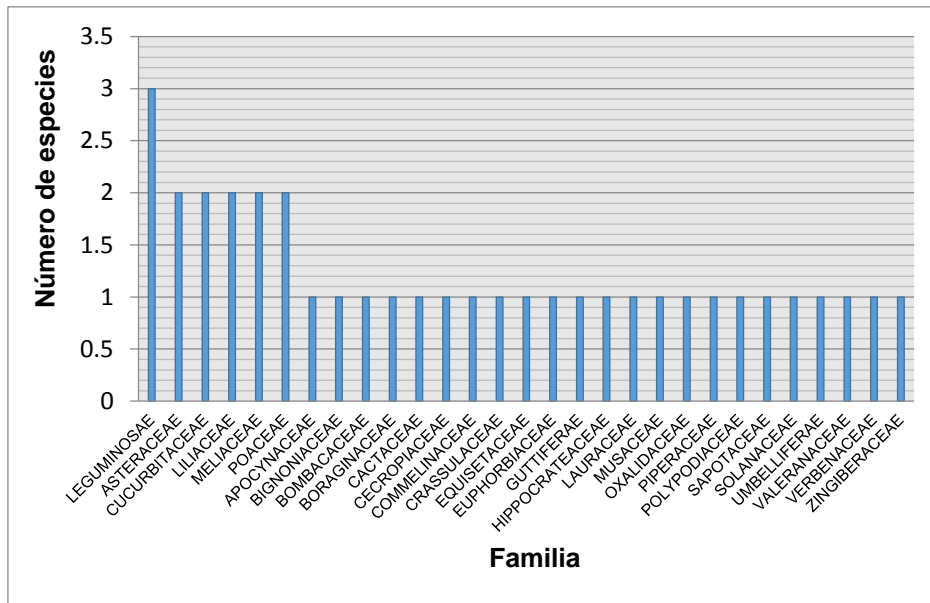


Figura. 2 Familias botánicas por número de especies de plantas útiles en la medicina tradicional de la comunidad de Malpasito para el control de la diabetes.

Las plantas citadas con una frecuencia (UST) superior o igual al 20% fueron el cundeamor (*Momordica charantia* L.) con el 20.77%, el maguey morado (*Tradescantia spathacea* Sw.) con 22.08%, vicaria (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.) 20.77 %, el nopal (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck.) 23.37% y el chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen.) 20.77% (Cuadro 1).

En relación a la preparación de tratamientos tradicionales herbales en el grupo familiar, 88 % de los habitantes hacen uso de la parte vegetativa y sólo un 12 % utiliza la parte reproductiva. Las hojas, que son la parte de la planta más aprovechada, son sometidas a una infusión o cocción que se administra por vía oral (Fig. 3 y 4).

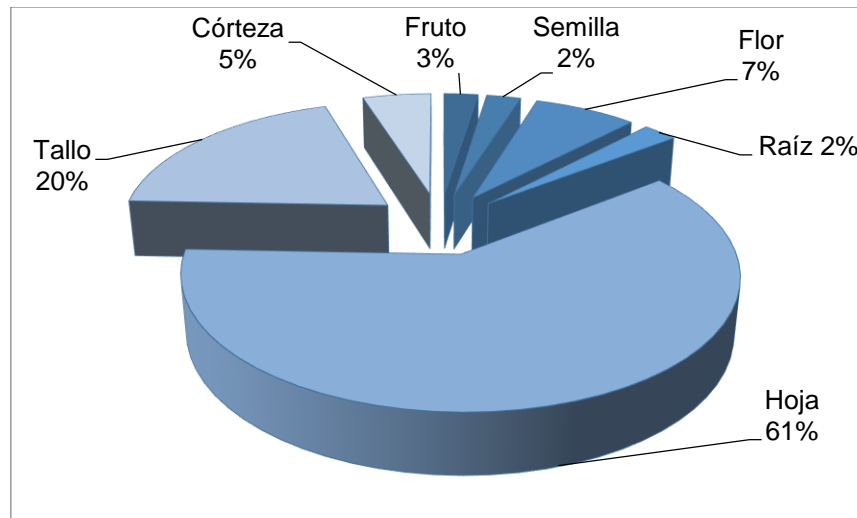


Figura. 3 Porcentajes de las partes utilizadas de las plantas medicinales encontradas en la comunidad de Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

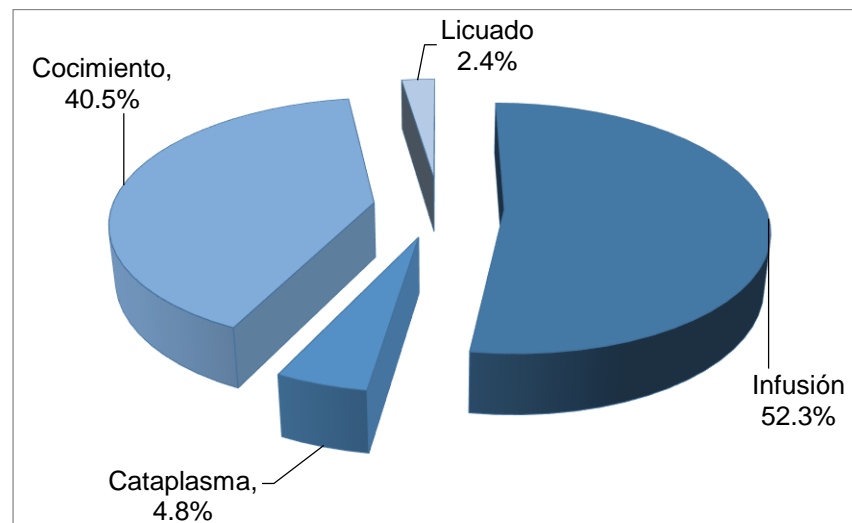


Figura. 4 Forma de preparación de las plantas medicinales utilizadas en Malpasito, Huimanguillo, Tabasco.

De acuerdo con la clasificación de Bailey y Day (1989) las especies encontradas en la comunidad de estudio se clasificaron en:

a. Plantas empleadas empíricamente para la diabetes y cuyas propiedades farmacológicas aún no han sido investigadas (ocho especies): *Heliotropium indicum* L., *Pachira aquatica* Aubl. (Polizelli *et al.*, 2008), *Solanum pubigerum* Dunal., *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. (Schaem *et al.*, 2012), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Hymenaea courbaril* L. (Braga *et al.*, 2000), *Phlebodium aureum* (L.) J. Smith. y *T. spathacea* Sw. (Mondal *et al.*, 2012).

b. Plantas hipoglucemiantes cuya actividad hipoglucemiante ha sido investigada clínica o experimentalmente, pero cuyos compuestos no han sido identificados (12 especies): *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Guarrera y Savo, 2013), *Hippocratea excelsa* Kunth., *Mimosa púdica* L., *Cedrela odorata* L., *Musa paradisiaca* L., *Piper auritum* Kunth. (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2012), *Daucus carota* L., *Valeriana edulis* subsp. *procera* (Kunth) F.G. Mey., *Kalanchloe flammea* Stapf, *Lippia graveolens* Kunth, *M. zapota* (L.) P. Royen y *Costus pulverulentus* C. Prest.

c. Plantas hipoglucemiantes cuyos principios activos (compuestos o fracciones aisladas) han sido químicamente caracterizados (16 especies): *C. roseus* (L.) G. Donn. (Vega-Ávila *et al.*, 2012; Yao, *et al.*, 2013), *Thitonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. (Passoniet *et al.*, 2013), *N. cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Andrade-Cetto y Heinrich, 2005), *Cecropia obtusifolia* Bertol. (Andrade-Cetto *et al.*, 2005a, 2008b, 2010c; Alonso-Castro *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2011), *Sechium edule* (Jacq.) Sw., *M. charantia* L. (Raman *et al.*, 1996; Xie *et al.*, 2011; Chhabra *et al.*, 2013; Gauttam *et al.*, 2013), *Equisetum myriochaetum* Schltld. & Cham. (Andrade-Cetto *et al.*, 2005), *Cnidioscolus chayamansa* Mc. Vaugh (Yasunaka *et al.*, 2005; Loarca-Piña, 2010; Miranda-Velásquez 2010), *Mammea americana* L. (Yang *et al.*, 2005), *Persea americana* Mill. (Yasiret *et al.*, 2010), *Allium sativum* L. (Xie *et al.*, 2011), *Aloe vera* (L.) Burn. F., *Melia azaderach* L. (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2012), *Averrhoa carambola* L. (Zheng *et al.*, 2013), *Zea mays* L. y *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.

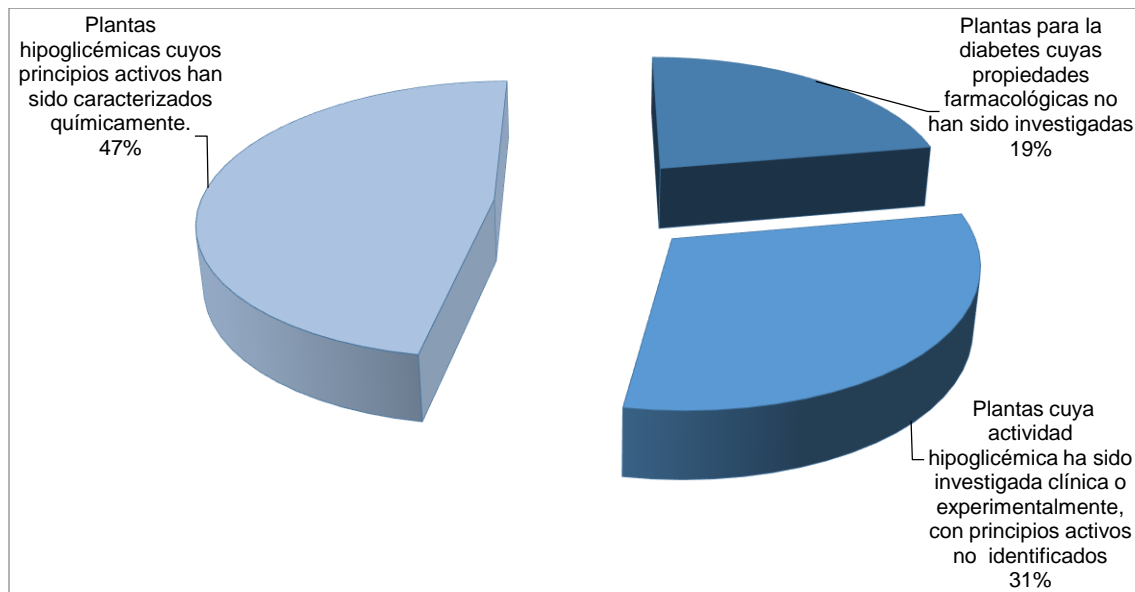


Figura 5 Estado actual de las plantas empleadas para la diabetes de acuerdo a la clasificación de Bailey y Day

2.6 Discusión

Diversas investigaciones etnobotánicas se han realizado sobre plantas medicinales usadas en la medicina tradicional del estado de Tabasco y de México en general (Hernández–Galicia *et al.*, 2002; Magaña 1995a, 2010b; Puente-Pardo 2010; Rojas-Alba, 2009; Alonso, 2007; Andrade-Cetto, 2005a, 2008b, 2010c; Rajesh *et al.*, 2010; Raymond *et al.*, 2011; Xie *et al.*, 2011; Alor-Chávez *et al.*, 2012; Khan *et al.*, 2012; Chhabra *et al.*, 2013). Estas investigaciones han cubierto más de 2242 comunidades del país y reportan 269 diferentes especies de plantas usadas empíricamente para el control de la DM, principalmente de las familias Astereaceae y Fabaceae (Hernández–Galicia *et al.*, 2002; Rojas-Alba, 2009). Se sabe que la familia Asteraceae es fitoquímicamente muy diversa, proporcionando alrededor de 7000 compuestos naturales tales como sesquiterpenlactonas, diterpenos, fenoles y polifenoles (Leonti *et al.*, 2003; Akilen *et al.*, 2012).

En investigaciones realizadas en la región Centro de Tabasco, se identificaron cerca de 20 especies usadas en el control de la diabetes (Maldonado, 2003; Magaña, 2010) y en este estudio, para la región de la Sierra de Huimanguillo se detectaron 36 especies más (Cuadro 1). Las especies se encuentran disponibles localmente en los huertos familiares,

debido a su rusticidad y la facilidad de reproducción y crecimiento, ya que no necesitan muchos cuidados para su cultivo (Puente-Pardo, 2010).

No se obtuvo evidencia acerca de períodos específicos para la recolección de las plantas utilizadas, lo que sugiere que esa recolección obedece a la necesidad, al azar o al conocimiento empírico, tal como lo establece Leonti (2003), dejando a un lado cualquier criterio de recolección apoyado en el conocimiento de la composición química de la planta.

De la forma de preparación de las plantas o fórmulas populares referidas por los pobladores, se evidencian escasos conocimientos principalmente en el caso de las infusiones o cocimientos, pues no se detalla su forma exacta de preparación, a pesar de ser las más frecuentes para su administración. En la fabricación de remedios naturales elaborados con plantas medicinales se usan diversos excipientes o vehículos, siendo el agua el más referido. Los nombres comunes para las formas de preparación encontradas en nuestro estudio coincidieron en su mayoría con los encontrados en otras regiones del estado (Magaña, 1995, 2010; Puente-Pardo, 2010).

Las cinco especies con UST superior al 20 % pueden considerarse de importancia por su aceptación cultural y mayor disponibilidad en los huertos familiares, por lo tanto merecen su evaluación y validación científica. En las 31 especies de plantas con valores por debajo del 20 % de UST, se encontró información relacionada con sus propiedades hipoglucémicas que carecen de validación científica, lo que plantea la necesidad de realizar la comprobación experimental.

Las especies *Manilkara zapota* (L.) van Royen y *Tradescantia spathacea* Sw. se encuentran entre las de mayor importancia, en base al UST, para la comunidad. En un futuro será interesante que estas plantas medicinales sean evaluadas en estudios fitoquímicos y farmacológicos para tratamiento preventivo y curativo de la diabetes. Por otra parte, en ambas especies no se encontraron reportes de la composición química de los metabolitos responsables de la actividad hipoglucémica o de su utilización y aplicación en farmacia. Mondal (2012) indicó una escasa información documental en lo que se refiere a estudios etnobotánicos y etnofarmacológicos; los resultados del presente

estudio revelaron el uso terapéutico en el control de la diabetes, no reportado previamente para la región.

En este estudio, las 12 especies que cuentan con estudios relacionados con sus propiedades hipoglucémicas apoyan firmemente el criterio de selección de las mismas con un enfoque etnomédico, de acuerdo con Rutebemberwa (2013). Independientemente de este aspecto se puede precisar que algunos de los metabolitos presentes en estas plantas pueden explicar su acción hipoglucemiante. El empleo tradicional de estas especies para el tratamiento empírico de la diabetes durante muchos años, le ha conferido sin duda cierto aval de seguridad y efectividad; es decir, la presencia de actividad hipoglucemiante está demostrada en estas plantas (Ozawa, 2003; Salimifar, 2013).

El análisis de los resultados obtenidos enfatiza varios aspectos importantes: **a)** La necesidad de realizar estudios hipoglucémicos, puesto que los realizados con plantas antidiabéticas sólo han sido en animales de experimentación, con la medición principalmente del efecto agudo. Por lo tanto, es importante iniciar investigaciones con aquellas especies de plantas que no han presentado efecto hipoglucemiante agudo; **b)** La necesidad de establecer los mecanismos de acción producido por esas especies de plantas: las plantas hipoglucemiantes pueden producir su acción por un mecanismo que requiera la presencia de células β -pancreáticas, que demandan la presencia de insulina, y también por mecanismos extra pancreáticos escasamente estudiados. Con los resultados obtenidos hasta ahora no es posible conocer cómo actúan éstas plantas; **c)** El aislamiento y caracterización química de los principios hipoglucemiantes podrían intensificarse. La revisión en este trabajo evidencia que en México se realizan estudios principalmente sobre preparaciones tradicionales o extractos para el control de la diabetes y más aún, en el estado de Tabasco la purificación y el estudio de los compuestos activos o fracciones de plantas hipoglucemiantes ha sido reciente, de aquí que solo se documenten 16 especies; por lo anterior surge **d)** la necesidad de realizar estudios clínicos y toxicológicos, dado que sólo 12 especies se han estudiado clínicamente y no hay suficiente evidencia toxicológica acerca de las especies hipoglucemiantes reportadas para el sureste mexicano.

2.7 Conclusiones

El trabajo representa un aporte al estado actual del conocimiento tradicional en Tabasco sobre plantas medicinales utilizadas para el control de la diabetes. Refiere 36 especies de plantas usadas empíricamente, de las cuales se ha validado científicamente su efecto hipoglucemiante en un 47%, a través de extractos, compuestos o fracciones bioactivas.

Es importante continuar estudiando las plantas hipoglucémicas (estudios clínicos), así como realizar un tamizaje químico y farmacológico para identificar los principios activos hipoglucémicos, aislando y caracterizando químicamente a los agentes promisorios.

Entre las especies que demandan de una validación científica destacan *Tradescantia spathacea* Sw. y *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, dada su importancia y frecuencia de uso tradicional para el control de la diabetes, lo que se demuestra con el alto valor de UST obtenido en la comunidad.

Las perspectivas del estudio de estas especies pueden ser prometedoras, pero se requiere de futuros análisis fitoquímicos, a fin de determinar el principio activo responsable de la actividad hipoglucémica. Lo anterior resalta la necesidad de estudios en animales de experimentación y estudios clínicos para validar el potencial de estas especies para la generación de nuevas alternativas terapéuticas.

2.8 Literatura citada

Abdul-Ghani MA, Tripathy D, DeFronzo RA. 2006. Contributions of β -Cell dysfunction and insulin resistance to the pathogenesis of impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose. *Diabetes Care*. 29:1130 –1139.

Akilen R, Tsiami A, Devendra D, Robinson N. 2012. Cinnamon in glycaemic control: Systematic review and *meta* analysis. *Clin. Nutr*. 31(5):609-615.

Albuquerque UP, Farias PR, Monteiro JM, Florentino ATN, Almeida CF. 2006. Evaluating two quantitative ethnobotanical techniques. *Ethnobotany Research & Applications*. 4:51-60.

- Alonso-Castro AJ, Miranda-Torres AC, González-Chavéz MM, Salazar-Olivo LA. 2008. *Cecropia obtusifolia* Bertol and its active compound, chlorogenic acid, stimulate 2-NBD glucose uptake in both insulin-sensitive and insulin-resistant 3T3 adipocytes. *J Ethnopharmacol.* 120(3):458-464.
- Alonso J. 2007. Tratado de fitofármacos y nutraceuticos. Ed. Corpus, Argentina. pp.1350.
- Alor CMJ, Gómez AR, Huerta LE, Pat FJM, González CM, De la Cruz GC. 2012. Nutrición y crecimiento en fase de vivero de *Catharanthus roseus* (L.) Don, *Momordica charantia* L. y *Azadirachta indica* A. Juss, en el Municipio de Centro, Tabasco-México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* 11 (2):440-448.
- American Diabetes Association, *Diabetes Care*, Volume 35, Supplement 1, January 2012, 11-53/care.diabetesjournals.org
- Amiguet VT, Arnason JT, Maquin P, Cal V, Sánchez-Vindas P, Poveda L. 2005. A consensus ethnobotany of the Q'eqchi' Maya of the southern Belize. *Economic.* 12:234-240.
- Andrade-Cetto A, Heinrich M. 2005. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *J Ethnopharmacol.* 99(3):325-348.
- Andrade-Cetto A, Becerra-Jiménez J, Cárdenas-Vázquez R. 2008. Alfa-glucosidase-inhibiting activity of some Mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes. *J Ethnopharmacol.* 116(1):27-32.
- Andrade-Cetto A, Vázquez RC. 2010. Gluconeogenesis inhibition and phytochemical composition of two *Cecropia* species. *J Ethnopharmacol.* 130(1):93-97.
- Anuario Estadístico de Tabasco. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).pp.419.
- Bailey J. y Day C. 1989. *Diabetes Care.* 12:553-557.

- Bermúdez A, Oliveira MME, Velásquez D. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*. 30(8):453-459.
- Blanché C, Bonet MÁ, Muntané J, Valles J. 1996. Base de datos en etnobotánica. Elaboración de los resultados. *Monograf. Jard. Bot. Córdoba*. 3:63-68.
- Blanco-Castro E. 1996. Ideas metodológicas relativas al trabajo de campo etnobotánico. *Monografía Jardín Botánico Córdoba*. 3:89-91
- Bussmann RW, Paniagua-Zambrana N, Rivas-Chamorro M, Molina-Moreira N, Cuadros-Negri ML, Olivera J. 2013. Peril in the market-classification and dosage of species used as anti-diabetics in Lima, Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 9:31-37. <http://www.ethnobiomed.com/content/9/1/37>.**
- Cardoso CMD. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp.170.
- Chhabra G, Dixi D. 2013. Structure modeling and antibiotic activity of a seed protein of *Momordica charantia* in non-obese diabetic (NOD) mice. *Bioinformation*. 9(15): 766- 770.
- Cordell GA. 2002. Natural products in drug discovery-Creating a new vision. *Phytochem Rev*.1:261-263.
- Costa BIG, Ríos SF, Melo OR, Martínez EM, Macedo M, Albuquerque UP, Tabajara de Oliveira MD. 2012. Ethnopharmacology of medicinal plants of the Pantanal Region (Mato Grosso, Brazil). *Evid Based Complement Alternat Med*. 27:1-19.
- Costa GM, Schenkel EP, Reginatto FH. 2011. Chemical and pharmacological aspects of the genus *Cecropia*. 2011. *Nat Prod Commun*. 6(6):913-920.
- Devalaraja S, Jain S, Yadav H. 2012. Exotic fruits as therapeutic complements for diabetes, obesity and metabolic syndrome. *Food Res Int*. 44(7):1856–1865.

- Dewick PM. 2006. Medicinal natural products-A biosynthetic approach. Ed. Wiley. Second edition.pp.507.
- Gauttam VK, Kalia AN. 2013. Development of polyherbal antidiabetic formulation encapsulated in the phospholipids vesicle system. *J Adv Pharm Technol Re.* 4(2):108-117.
- Gbolade AA. 2009. Inventory of antidiabetic plants in selected districts of Lagos State, Nigeria.*J Ethnopharmacol.*121(1):135-139.
- Gómez Castellanos JR. 2009. El ambiente regulatorio de los medicamentos herbarios en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas al año 2015. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromáticas.* 8(1):33-40.
- Guarrera PM, Savo V. 2013. Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy:a review. *J Ethnopharmacol.* 146(3):659-680.
- Guasch L, Sala E, Ojeda MJ, Valis C, Bladé C, Mulero M, Blay M, Ardévol A, García-Vallvé S, Pujadas G. 2012. Identification of novel human dipeptidyl peptidase-IV inhibitors of natural origin (Part II). In silico prediction in antidiabetic extracts. *PLOS ONE.* 7(9):449-472.
- Hernández-Galicia E, Aguilar-Contreras D, Aguilar-Santamaría L, Román-Ramos R, Chávez-Miranda AA, García-Vega LM, Flores-Saénz JL, y Alarcón-Aguilar FJ, 2002. Studies on Hypoglycemic activity of Mexican Medicinal Plants. *Proc. West. Pharmacol. Soc.* 45:118-124.
- Hersh MP y García PM. 2008. La flora como recurso terapéutico: el caso de los fluidos de los Laboratorio Codex en México. *Dynamis.* 28:329-353.
- Hostettmann K, Marston A. 2002. *Phytochem Rev.*Twenty years of research into medicinal plants: Results and perspectives. 1:275–285.
- Khan V, Najmi AK, Akhtar M, AqilM, Mujeeb M, Pillai KK. 2012. A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential. *J Phar, Bioallied Sci.* 4(1):27-42.

- Leonti M, Ramírez RF, Sticher O, Heinrich M. 2003. Medicinal flora of the Popoluca, México: A Botanical systematical perspective. *Economic Botany*. 52(2):218-230.
- Loarca-Piña G, Méndoza S, Ramos-Gómez M, Reynoso R. 2010. Antioxidant, antimutagenic and antidiabetic activities of edible leaves from *Cnidocolus chayamansa* Mc. Vaugh. *J Food Sci*. 75(2):68-72.
- López V. 2011. Are traditional medicinal plants and ethnobotany still valuable approaches in pharmaceutical research. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromáticas*. 10(1):3-10.
- Lot, A., Chiang, F. (Compiladores). 1986. *Manual del Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p142.
- Magaña AMA, Gama CLA, Mariaca MR. 2010. El uso de las plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales de Nacajuca, Tabasco, México. *Polibotánica*. 29:213-262.
- Magaña AMA. 1995. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco*. Ed. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. pp. 254.
- Manaharan T, Palanisamy UD, Ming CH. 2012. Tropical plant extracts as potential antihyperglycemic agents. *Molecules*. 187(5):5915-5923.
- Marinoff MA, Martínez JL, Urbina MA. 2009. Precauciones en el empleo de plantas medicinales. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromáticas*. 8(3):184-187.
- Metcalfe A, Williams J, McChesney J, Patten SB, Jetté N. 2010. Use of complementary and alternative medicine by those with a chronic disease and the general population--results of a national population based survey. *BMC Complement Altern Med*. 10:58-62.
- Miranda-Velásquez L, Oranday-Cardenas A, Lozano-Garza H, Rivas-Morales C, Chamorro-Cervillos G, Cruz-Vega DE. 2010. Hypocholesterolemic activity from the leaf extracts of *Cnidocolus chayamansa*. *Plant Foods Hum Nutr*. 65(4):392-395.

- Mondal S, Ds D, Roy SK, Islam SS. 2012. Isolation, purification and structural characterization of an acetylated heteroglycan from the unripe fruits of *Manilkara zapota* L. Carbohydr Res. 354:74-78.
- Monks NR, Li B, Gunjan S, Rogers DT, Kulshrestha M, Falcone DL, Littleton JM. 2011. Natural products genomics: A novel approach for the discovery of anti-cancer therapeutics. J Pharmacol Toxicol Methods. 64(3):217-225.
- Ochoa-Gaona S, De la Cruz-Arias D. 2002. La Distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información de herbario. Universidad y Ciencia. 18(36):123-156.
- Ozawa H, Murai Y, Ozawa T. 2003. A 50-year history of new drugs in Japan-the development and progress of anti-diabetic drugs and the epidemiological aspects of diabetes mellitus. Yakushigaku Zasshi. 38(1):11-27.
- Pardo SM, Gómez PE. 2003. Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. Anales Jardín Botánico de Madrid. 60(1):171-182.
- Pérez-Gutiérrez RM, Gómez Y, Damián GM. 2011. Attenuation of nonenzymatic glycation, hyperglycemia, and hyperlipidemia in streptozotocin-induced diabetic rats by chloroform leaf extract of *Azadirachta indica*. Pharmacogn Mag:7(27): 254–259.
- Peréz-Gutiérrez RM. 2012. Biol Pharm Bull. 35(9):1516-1524.
- Poliizelli PP, Facchini FD, Cabral H, Bonilla-Rodríguez GO. 2008. A new lipase isolated from oleaginous seeds from *Pachira aquatica* (Bombacaceae). Appl Bioche Biotechnol. 150(3):233-242.
- Puente-Pardo E, López-Hernández ES, Mariaca-Méndez R, Magaña-Alejandro MA. 2010. Uso y disponibilidad de plantas medicinales en los huertos familiares de El Caobanal, Huimanguillo, Tabasco, México. U. Tecnociencia. 4(1):40-53.
- Rajesh A. 2010. Medicinal plants-biotechnology. C.A.B. International. III. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data CABI South Asia Edition: 978 1 84593 855 0, ISBN-13: 978 1 84593 678 5.1-370.

- Ramírez G, Zavala M, Pérez J, Zamilpa A. 2011. *In vitro* screening of medicinal plants used in Mexico as antidiabetics with glucosidase and lipase inhibitory activities. *Botany*. 59(1):298-42.
- Raymond ATG. 2011. Tropical vegetable production, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, www.cabi.org, ISBN 978-1-84593-753-9. Preston, UK. 1-225.
- Rodríguez RM, López-Guerra RL, Casa-Blanco JC. 2002. Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso. *Acta Farm. Bonarense*. 21(3): 213-217.
- Rodríguez-Fragoso L, Reyes-Esparza L, Burchiel S, Herrera-Ruiz-D, Torres E. 2008. Risks and Benefits of Commonly used Herbal Medicines in México. *Toxicol Appl Pharmacol*. 227(1) 125-135.
- Rojas-Alba, M. 2009. Tratado de medicina tradicional Mexicana, bases históricas, teoría y práctica clínico-terapéutica. Tlahui-Plaza y Valdez-UIEM. México. pp.1250.
- Romero-Cecerero O, Reyes-Morales H, Aguilar-Santamaría L, Huerta-Reyes M, Tororiello-García J. 2009. Use of medicinal plants among patients with diabetes mellitus type 2 in Morelos, México. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromáticas*. 8(5):380-388.
- Rutebemberwa E, Lubega M, Katureebe SK, Oundo A, Kiweewa F, Mukanga D. 2013. Use of traditional medicine for the treatment of diabetes in Eastern Uganda: a qualitative exploration of reasons for choice. *Evid Based Complement Alternat Med*.13:134-142.
- Salimifar M, Fatehi-Hassanabad Z, Fatehi M. 2013. A review on natural products for controlling type 2 diabetes with an emphasis on their mechanisms of actions. *Curr Diabetes Rev*. 9(5)402-411.
- Shanley P y Luz L. 2003. The impacts of forest degradation on medicinal plant use and implications for health care in eastern Amazonia. *BioScience*. 53 (6):573-784.
- Sichaem J, Kaennakam S, Siripong P, Tip-pyang S. 2012. Tabebuia aldehydes A-C, cyclopentenedialdehyde derivatives from the roots of *Tabebuia rosea*. *Fitoterapia*. 83(8).1456-9.

- Vega-Ávila E, Cano-Vélasco JL, FJ Fajardo-Ortiz MC, Almanza-Pérez JC, Román-Ramos R. 2012. Hypoglycemic Activity of Aqueous Extracts from *Catharanthus roseus*. Evid Based Complement Alternat Med. Published on line 2012 September 27. doi:10.1155/2012/934258.
- Villarreal-Ibarra EC, García-López E, López PA, Palma-López DJ, Lagunes-Espinoza LC, Ortiz-García CF, Oranday-Cárdenas MA. (2014). Plantas útiles en la medicina tradicional de Malpasito-Huimanguillo, Tabasco, POLIBOTÁNICA. 37:105-130.
- Vovides AP. 1993. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. 18:2-5.
- Waugh N, Scotland G, McNamee P, Gillett M, Brennan A, Goyder E, Williams R, John A. 2007. Screening for type 2 diabetes: literature review and economic modelling. Health Technol Assess. 11(17):1-125.
- World Health Organization. 2002. WHO Traditional medicine strategy 2002-2005. Document WHO/EDM/TRM/2002.1.PP.61.
- World Health Organization. 2005. National policy on traditional medicine and regulation of herbal medicines: Report of a WHO global survey. Geneva.
- Xie W, Du L. 2011. Diabetes is an inflammatory disease: evidence from traditional Chinese medicines. Diabetes Obes Metab. 13(4):289-301.
- Yang H, Protiva P, Gil RR, Jiang B, Baggett S, Basile MJ, Reynertson KA, Weinstein IB, Kennelly EJ. 2005. Antioxidant and cytotoxic isoprenylated coumarins from *Mammea Americana*. Planta Med. 71(9):852-860.
- Yasir M, Das S, Kharya MD. 2010. The phytochemical and pharmacological profile of *Persea Americana* Mill. Pharmacogn Rev. 4(7):77-84.
- Yao XG, Chen F, Li P, Quan L, Chen J, Yu L, Ding H, Li C, Chen L, Gao Z, Wan P, Hu L, Jian H, Shen X. 2013. Natural products vindoline stimulates insulin secretion and efficiently ameliorates glucose homeostasis in diabetic murine models. J Ethnopharmacol. 41(13):597-607.

Yasunaka K, Abe F, Nagayama A, Okabe H, Lozada-Pérez L, López-Villafranco E, Muñiz EE, Aguilar A, Reyes-Chilpa R. 2005. Antibacterial activity of crude extracts from Mexican medicinal plants and purified coumarins and xanthenes. *J Ethnopharmacol.* 97(2):293-299.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación fue posible gracias a la generosa colaboración e información proporcionada por los habitantes del Ejido Malpasito en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. Al Colegio de Postgraduados por la Beca otorgada mediante el Fideicomiso 2009 y la Dra. Eustolia García López, responsable del Herbario del CSAT, por su contribución en la identificación de las especies. A la Universidad Popular de la Chontalpa por las facilidades para el presente proyecto Doctoral.

Este documento forma parte de la Tesis de Doctorado en Ciencias de Villarreal-Ibarra Edelia Claudina

CAPÍTULO III. EVALUACION CITOTOXICA Y ACTIVIDAD BIOLOGICA DE *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Tradescanthia Spathacea*³

CYTOTOXIC AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF *Manilkara zapota* (L.) P. Royen AND *Tradescanthia Spathacea*

3.1 Resumen

Manilkara zapota (L.) Van Royen (Sapotaceae) y *Tradescanthia spathacea* Sw. (Commelinaceae) especies medicinales del estado de Tabasco, utilizadas principalmente en el tratamiento de la diabetes mellitus. El extracto etanólico de las hojas de ambas especies se sometió a un tamizaje fitoquímico, mediante reacciones coloridas se detecto la presencia de metabolitos secundarios presentes confirmados con los aislados en investigaciones previas; se evaluó la toxicidad frente al crustaceo *Artemia salina*, la citotoxicidad mediante el ensayo de Rojo Neutro y la actividad hipoglucemiante en ratas diabéticas Sprague Dawley inducidas con EZT. En las ratas tratadas con los extractos de ambas especies administrada con dosis única de 100mg/Kg vía i.g. *M. zapota* y *T. spathacea* mostraron la reducción significativamente ($p < 0.01$) de la hiperglicemia a las 4 hs, frente a los fármacos hipoglucemiantes metformina y glibenclamida. Estos resultados podrían explicar el uso medicinal atribuido a estas plantas.

Palabras clave: Citotoxicidad, *Artemia salina*, hipoglucemia, Sprague-Dawley, *Manilkara zapota*, *Tradescanthia spathacea*.

Artículo corregido y enviado nuevamente para su publicación a la Revista de la "Asociación Farmacéutica Mexicana"³. Villarreal-Ibarra Edelia Claudina¹, Oranday-Cárdenas María Azucena², Lozano Garza Héctor Gerardo⁴, Gómez-Treviño Alberto³, Rivas-Morales Catalina², López Pedro Antonio², Palma-López David Jesús¹, García-López Eustolia¹, Lagunes- Espinosa Luz del Carmen¹, Ortiz-García Carlos Fredy¹.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco (CP), Periférico Carlos A Molina s/n, 86500 Cárdenas, Tabasco, México. ²Candidato a Doctor. Correo electrónico: villarreal.ibarra@colpos.mx

³Colegio de Postgraduados- Campus Puebla, km. 125.5 carretera federal México-Puebla, 72760 Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. ⁴Universidad Autónoma de Nuevo León. Laboratorio de Química. Facultad de Biología. 66460 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México⁴ y Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste del Instituto Mexicano del Seguro Social.

3.2 Abstract

Manilkara zapota (L.) P. Royen (Sapotaceae) and *Tradescantia spathacea* Sw. (Commelinaceae) are one of the medicinal species from Tabasco State, there are mainly used from the treatment of diabetes mellitus. Phytochemical screening of the ethanolic extract leaves afforded confirm the presence secondary metabolites isolated in a previously studies. Cytotoxic activity was determined by Neutral Red assay on 2255 cell lines. Hypoglycaemic activity of both of them extracts were studied in normal and streptozotocin (STZ) diabetic rats Sprague –Dawley. With no cytotoxicity on selected cell lines up to 10 µg/ml. In STZ-diabetic rats both extracts exhibited antihyperglycaemic activity 4 h after administration of the doses of 100 mg/kg i.g. respectively. These results could explain the medicinal use attributed to thus plant.

Key words: Cytotoxicity, *Artemia salina*, hypoglycaemia Sprague-Dawley, *Manilkara zapota*, *Tradescantia spathacea*

3.3 Introduccion

Con el avance en el control de las enfermedades infecciosas en los últimos 30 años, hoy en día las enfermedades que presentan una elevada incidencia y prematura morbilidad y mortalidad son las de tipo crónico degenerativas (Harwthorne, 2008; Pascual-Leone y Medina, 2010; Bussmann *et al.*, 2013). Un ejemplo por demás alarmante lo representan el cáncer y la Diabetes Mellitus (DM), esta última con 382 millones de personas que la padecen en el 2013 y se pronostica alcanzará una cifra mundial de 592 millones al 2035 (American Diabetes Association, Diabetes Care, 2012).

Una alternativa para atenuar estos padecimiento recae en la medicina experimental de especies que se presume poseen actividad antioxidante, citotóxica, antígeno tóxica y antineoplásica (Arencibia *et al.*, 2003; Norris *et al.*, 2008; Devalaraja *et al.*, 2012), por ende se ha iniciado una revaloración de las especies vegetales empleadas tradicionalmente por diversas poblaciones en varios países para el desarrollo de medicamentos con actividad novedosa (Hostettman, 2002; Metcalfe *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2012), sin dejar de lado un problema emergente en la terapia eficaz como lo es el uso frecuente de fármacos que pueden ocasionar reacciones tóxicas.

La medicina tradicional mexicana, en la atención primaria de la salud, data de tiempos prehispánicos (Rodríguez *et al.*, 2002; Hersh-Martínez *et al.*, 2008). Reportes refieren especies vegetales con efecto hipoglucemiante tanto en animales como en humanos, cuya diversidad de metabolitos secundarios encontrados es muy elevada y superior a la ofrecida por cualquier otra fuente incluyendo la química combinatoria. Se estiman más de 300 especies con esta actividad, en cambio un limitado conjunto de agentes hipoglucemiantes potenciales se han identificado y en menor proporción se ha logrado demostrar experimental y clínicamente su efecto hipoglucemiante (Andrade-Cetto *et al.*, 2010). Sin embargo poco se sabe de su citotoxicidad y mecanismo de acción hipoglucemiante, aspecto primordial para poder fundamentar y validar científicamente su uso en los pacientes (Lee, 2011; Monks *et al.*, 2011).

Ante la alta incidencia de esta enfermedad y el uso de plantas en el tratamiento empírico de la diabetes de importancia para las comunidades del estado y dada la escasa información científica existente en la región se seleccionaron dos especies *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Tradescantia spathacea*, especies cultivadas en Tabasco.

La especie *M. zapota* (Sapotaceae) es un árbol tropical que posee gran valor económico. Las partes de la planta (fruto, raíces, semillas, hojas) se utilizan como remedio terapéutico por sus características medicinales (Ma *et al.*, 2003; Shui *et al.*, 2004; NAIR, 2008; De Assis *et al.*, 2009; Kaneria *et al.*, 2009a, 2012b), aunque no se encontraron referencias sobre sus propiedades biológicas o citotóxicas que validen este uso (OCDE, 1996), aún y cuando se sabe exhibe un alto nivel de antioxidantes (Fayek, 2012a, 2013b). Por otra parte, *T. spathacea* es reconocida en la práctica médica tradicional (Pérez, 1996; Alonso, 2007; Olorunnisola, 2008).

Derivado de lo anterior se consideró interesante abordar el estudio citotóxico *in vitro* en una línea celular humana de fibroblastos (CRL-2522) y determinar el efecto producido por los extractos hipoglucemiantes de las plantas citadas sobre los niveles de glucosa en sangre, en ratones sanos y con diabetes experimental inducida con estreptozotocina (EZT).

3.4 Material y métodos

3.4.1 Material vegetal

En el presente estudio las especies *M. zapota* y *T. spathacea* usadas popularmente como alimento o medicinales, se seleccionaron mediante criterios etnobotánicos en base a: 1) Las características etnofarmacológicas; 2) Reportes previos de actividad hipoglucémica y diversos usos en la medicina tradicional y 3) Disponibilidad en la zona de estudio. Se colectaron en la comunidad Malpasito, sierra del municipio de Huimanguillo, Tabasco, México; la comunidad se localiza entre las coordenadas 17°20'51" y 17°20'34" de latitud norte y 93°35'40" y 93°35'10" de longitud oeste; su altitud varía de 400 y 1,000 msnm. Para su identificación taxonómica se colectó y preparó un espécimen de *M. zapota* [CVI018 (CSAT)] y *T. spathacea* [CVI05(CSAT)*]) que fué clasificado y depositado en el

herbario del CSAT del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (Villarreal-Ibarra, 2014).

3.4.2 Extracción

El material vegetal de ambas especies se secó por separado a 40°C, se trituró en un molino Oskar (Wiley). 150 g de las hojas secas y molidas se extrajeron por maceración exhaustiva con alcohol etílico (CTR Scientific) al 70% (300 ml x 7) en agitación continua (Dual, Shaker Lab-Line) a temperatura ambiente. Se combinaron los extractos etanólicos de las maceraciones de cada especie y se evaporaron bajo presión reducida a 40°C y 60 rpm, en un rotavapor (Büchi 461) con recuperación del disolvente. Se obtuvo el residuo seco en un 14.91% de *M. zapota* y 12.99% de *T. spathacea* y se almacenó a -4°C hasta su uso.

3.4.3 Tamizaje fitoquímico

Se realizó la identificación de las familias de metabolitos secundarios de los extractos etanólicos de las hojas de las especies objeto de estudio mediante el empleo de los diversos reactivos y pruebas químicas (Domínguez, 1973) indicados a continuación.

Prueba de Salkowski: para esteroides y metilesteroides. A 1.0 mg de la muestra disuelta en 1 mL de cloroformo, se le agregó 1 mL de ácido sulfúrico, desarrollando color amarillo.

Prueba de Shinoda: para compuestos de tipo flavonoide. A 1.0 mg de la muestra disuelta en 1 mL de etanol, se le añadió 1 mg de limaduras de magnesio, se calentó a 60 °C y después se añadieron 5 gotas de HCl por las paredes. Se consideró positiva con la aparición de colores naranja-rojo.

Prueba de ácido sulfúrico: para sesquiterpenlactonas. Se utilizaron 2 soluciones que se mezclaron en volúmenes iguales antes de usarse.

Solución A: 1 g de ácido pícrico en 100 mL de etanol.

Solución B: 10 g de hidróxido de sodio en 100 mL de agua.

La prueba se consideró positiva cuando se desarrolló una coloración naranja o roja oscura.

Prueba de Dragendorff: modificación de Munier y Machelobuf, para alcaloides. Solución A: se disolvieron 0.85 g de nitrato de bismuto, en una mezcla de 10 mL de ácido acético glacial y 40 mL de agua.

Solución B: se disolvieron 8.0 g de yoduro de potasio en 20 mL de agua.

El reactivo se preparó mezclando 5 mL de *solución A*, 4 mL de *solución B* y 100 mL de agua. La prueba se consideró positiva para alcaloides al dar en la placa cromatográfica (TLC) coloración roja o naranja, persistente por 24 h.

Prueba de Permanganato de potasio: para dobles enlaces. Se preparó una solución de permanganato de potasio al 2 % en agua, se disolvieron 0.2 mg de muestra en metanol después se tomó un capilar y se le agregó la solución de permanganato de potasio. La prueba se consideró positiva al producirse decoloración del reactivo.

Prueba de cloruro férrico: para oxhidrilos fenólicos. Se disolvió 1 mg del extracto en etanol y se añadió una gota de solución de cloruro férrico en agua (2.5 %). La aparición de una coloración o precipitado violeta se consideró positiva.

Prueba de 2,4-Dinitrofenilhidracina: para grupos carbonilo. En un tubo de ensayo se disolvieron 50 mg de 2,4-dinitrofenilhidracina en 1 mL de etanol caliente. Se agregaron 50 mg del extracto y se calentó a baño de agua, por 15 min; se dejó en reposo y luego se enfrió en baño de hielo. La aparición de un precipitado indica la presencia de un grupo carbonilo.

Prueba de Molish: para azúcares. En un tubo de ensayo se colocó el 1 mg del extracto etanólico, se le añadieron 3 gotas de reactivo de Molish y se agitó. Después se depositaron 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. El reactivo se preparó disolviendo 1 g de α -naftol en 100 mL de etanol al 95 %. La prueba se consideró positiva cuando hubo formación de un anillo azul en la interfase.

3.4.4. Letalidad en Larvas de *Artemia salina*

Para obtener las larvas, se agregaron 100 mg de huevecillos de *Artemia salina* (crustáceo, subclase Branchiopoda) por cada litro de solución de sal marina al 3% (Coralife Scientific Grand Marine Salt) en agua destilada, siguiendo la metodología de Meyer (1982) y McLaughlin (1991), con algunas modificaciones.

Se colocaron en un eclosionador de vidrio de 25 x 15 cm, con aireación continua (bomba de acuario ELITE 799) y luz blanca irradiada, se incubaron por 48 h. En una microplaca de 96 pozos se colocaron 10 nauplios de *A. salina*. Una vez eclosionados en el segundo estadio, se añadieron 100 µL de solución de sal marina a cada uno y 100 µL de los extractos etanólicos de las hoja de *M. zapota* y *T. spathacea* a concentraciones de 10, 100 y 1000 ppm de los extractos a probar. Se empleó como control positivo de mortalidad dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_4$) (400 ppm) y solución salina de mar como control negativo. Se probó cada dilución por triplicado.

Los nauplios de *A. salina* estuvieron expuestos a las soluciones de cada extracto durante 24 h bajo las mismas condiciones. Después de este tiempo se procedió a evaluar los resultados: primeramente se contabilizaron los nauplios muertos con ayuda de un estereoscopio (Lieder MC.720X.).

Las larvas se consideraron muertas solamente si no había movilidad durante 10 segundos de observación. Posteriormente se colocaron 50 µl de etanol (CTR Scientific) para sacrificar el resto de los nauplios y realizar un recuento total, obteniendo por diferencia el número de nauplios vivos en cada pozo. Los resultados fueron expresados como CL_{50} .

3.4.5 Ensayo de actividad citotóxica *in vitro*

La actividad citotóxica *in vitro* de los extractos de *M. zapota* y *T. spathacea* para predecir los efectos tóxicos en las células se determinó a partir de la actividad de las líneas celulares las cuales representan el número de células viable después del tratamiento; mediante el ensayo de captación de rojo neutro descrito por Borenfreund (1985), con ligeras modificaciones. El cultivo de la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos fué obtenida de ATCC: CRL-2522.

El cultivo de la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos se mantuvo en medio MEM (Minimum Esencial Medium Eagle, Cellgro, Herndon, VA) suplementado con 10 % de suero bovino fetal inactivado, se utilizaron cultivos confluentes del 80 % de la línea celular y se colocaron 5,000 cel/pozo (contadas en un 53 hemocitómetro) en una microplaca de 96 pozos, se dejaron incubar por 24 h a 37°C en atmósfera húmeda y 5 % de CO₂.

Pasado el tiempo de incubación se colocaron por triplicado las diferentes soluciones de los extractos en estudio a concentraciones de 10 y 5 µg/mL, utilizando peróxido de hidrógeno como agente oxidante [H₂O₂ Laboratorios Jaloma, Guadalajara, Méx] a 20, 10 y 5 µM, así como las mezclas de los extractos en estudio-H₂O₂ y Tritón X-100 al 2 % en solución salina buffer de fosfato de Dulbecco (PBS) como control positivo y únicamente células con medio de cultivo como control negativo en volúmenes de 100 µL.

Se dejaron incubar durante 24 h bajo las mismas condiciones, posteriormente se retiró el medio conteniendo las muestras y se sustituyó con 100 µL de una solución de RN (Sigma Chemical Co, USA) en medio MEM (0.5 %), se dejó incubar durante 1 h, luego se retiró la solución de RN y se hicieron 2 lavados con PBS, posteriormente se colocó la solución desteñidora [Ácido acético glacial al 1 % (CTR Scientific), agua destilada al 49 % y alcohol etílico al 50% (Sigma Chemical Co, USA.)], se incubó la microplaca por 15 min y finalmente se realizó la lectura de absorbancia en un lector de microplacas a 490 nm.

El porcentaje de viabilidad se calculó a partir de la ecuación:

$$\text{Viabilidad (\%)} = \left(\frac{\text{ABS}_{\text{ctr}} - \text{ABS}_{\text{trat}}}{\text{ABS}_{\text{ctr}}} \right) \times 100$$

Donde:

ABS_{ctr} = Absorbancia de células no tratadas

ABS_{trat} = Absorbancia de células tratadas con muestras.

3.4.6 Actividad hipoglucemiante.

3.4.6.1 Animales de experimentación y diseño experimental

Se emplearon ratas adultas de la cepa Sprague Dawley con un peso promedio de 300-400 g y 3 meses de edad (Goñi *et al.*, 2011). Antes de su experimentación los animales se mantuvieron en jaulas de acero inoxidable con 4 animales en cada una; con dieta a base de nutricubos (No. 5001, PMI Food Inc.) para roedores de laboratorio y con agua *ad libitum*, instaladas en un cuarto de iluminación en ciclos de luz y oscuridad de 12 h, a una temperatura promedio de 23 °C; para mantenerlas en condiciones deseables, en apego a los condicionamientos éticos aprobados por la guía para cuidados y uso de animales de laboratorio, publicado por la Academia Nacional de Ciencias, Washington D.C., (Bayne, 1996; FELASA, 1998).

Todos los protocolos fueron aprobados por el comité de ética del Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste del Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIN).

3.4.6.2 Diabetes experimental.

Planteamiento experimental. Para conocer el efecto hipoglucemiante se utilizaron para el bioensayo de las plantas en estudio, 30 animales de laboratorio, organizados en dos lotes de animales: 6 ratas normoglucémicas y 24 ratas diabéticas. La diabetes se indujo a ratas en ayuno de 18 horas, mediante la administración de estreptozotocina (EZT) disuelto en solución buffer de citrato pH 4.4, a una dosis única (2ml) del agente diabetogénico a 50 mg/kg de peso corporal vía intraperitoneal como lo describe Meckes (2008).

A partir del día 5 se monitorearon los niveles de glucosa en sangre en ayuno de 18 horas, cuando los animales alcanzaron niveles de glicemia >200 mg/dL se estableció la hiperglicemia y fueron considerados con diabetes experimental.

3.4.6.3 Determinación de la dosis del material vegetal

Se preparó el extracto etanólico de las hojas *M. zapota* y *T. spathacea* de acuerdo al procedimiento descrito previamente. Para los tratamientos con los extractos se utilizaron 100 mg/kg peso corporal de acuerdo con la metodología de Zari (2009).

3.4.6.4 Administración de extractos y fármacos hipoglucemiantes

En el experimento se trabajó con ratas diabéticas sometidas a un ayuno previo de 18 horas. Se formaron al azar 5 grupos de 3 ratas cada uno (n=3) de acuerdo con la Cuadro 1, a las cuales se les administraron 2 ml del extracto disuelto en agua de cada una de las plantas en estudio usando una sonda intragástrica. Además se formaron dos grupos más y se les administró vía i.g. (2 ml) de glibenclamida y metformina para ser usados como controles positivos (Penicaud *et al.*, 1989) y se seleccionaron 3 ratas sanas como testigo al cual se les administro agua (2ml) en dosis única vía i.g.

Tratamiento	Grupo	Substancias	Dosis
1	Grupo no diabético (n=3)	Agua	3 ml
2	Grupo diabético (n=3)	Glibenclamida*	5 mg/kg
3	Grupo diabético (n=3)	Metformina*	850 mg/kg
4	Grupo diabético (n=3)	<i>Tradescantia spathacea</i>	100 mg/ kg
5	Grupo diabético (n=3)	<i>Manilkara zapota (L.) Van Royen</i>	100 mg/ kg

Cuadro . 1 Diseño experimental. Distribución de grupos y dosis administradas de sustancias involucradas en el estudio.

*Hipoglucemiante oral comercial.

3.4.6.5 El control fisiológico

Se realizó en un horario de 8 a 10 am, diariamente durante 5 días previos a los experimentos, el día de inducción de la diabetes con EZT se considera como el día 0. El

control de peso de las ratas consistió en medir en una balanza granataria con jaula el peso corporal (g).

3.4.6.6 Determinación de glucosa en forma aguda *in vivo*

Con la finalidad de evaluar el efecto hipoglucemiante del extracto de plantas, se realizó la determinación de glucosa en ratas diabéticas tratadas, previo ayuno de 18 horas. Se evaluaron los niveles de glucosa antes y después del tratamiento cada 2 h durante 8 horas tiempo máximo del ensayo.

Para el análisis de glucosa la muestra sanguínea fue colectada de la vena caudal de la cola en cada una de las ratas y puesta en las tiras reactivas del medidor portátil de glucosa en sangre AccuChek Performa® Softelix (Roche Diagnostics, U.S.A).

3.4.7 Análisis estadístico

Para comprobar si las ratas estaban diabéticas se realizó un análisis preliminar mixto considerando como efecto fijo los tiempos después de aplicar el agente diabetogenico, con tres repeticiones por tratamiento (tiempos) y se incluyó como covariable ratas sanas antes de la inducción y como efecto aleatorio se consideró a las ratas. Utilizando el paquete estadístico SAS (2000). Una vez comprobado que las ratas estaban diabéticas experimentalmente se determinó el efecto de los tratamientos sobre la variable respuesta (nivel de glicemia), la información fue analizada mediante un análisis de varianza en un diseño completamente al azar considerando como variable respuesta el nivel de glicemia.

Se llevaron a cabo cinco tratamientos, cada uno con tres repeticiones. Uno de estos se consideró como grupo testigo en rata no diabéticas y se le administró agua y cuatro tratamientos con glibenclamida, metmorfina, tradescantia y manilkara zapota en animales diabéticos. En ambos análisis se utilizó la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico SAS.

Para la citotoxicidad, los resultados se analizaron como porcentajes de viabilidad comparadas con los pozos control (la media de la densidad óptica de las células no tratadas se consideraron el 100 % de viabilidad) en términos de su CL₅₀ .

3.5 Resultados

3.5.1 Tamizaje fitoquímico

Los resultados del análisis fitoquímico de los extractos se resumen en la Cuadro 1, se evidencia reacción positiva para esteroides y triterpenos, oxhidrilos fenólicos, y carbohidratos en ambas especies, adicionalmente *M. zapota* presentó reacción positiva a flavonoides, saponinas, cumarinas y sesquiterpenlactonas. En ninguna de las especies se detectó la presencia de alcaloides o sesquiterpenlactonas mediante estas pruebas.

3.5.2 Ensayo de letalidad.

De acuerdo al procedimiento de Mayer, la letalidad de los extractos etanólicos probados de las hojas de *T. spathacea* y *M. zapota* determinada sobre *A. salina*, exhibieron una CL₅₀ mayor a 1000 ppm, lo que indica que no presentan principios tóxicos y por lo tanto pueden considerarse seguros de acuerdo con Déciga-Campos (1997).

Metabolitos	<i>Manilkara zapota</i>	<i>Tradescantia spathacea</i>
Oxidrilos fenólicos (taninos vegetales)	+	+
Esteroides y triterpenos	+	+

Saponinas	+	-
Flavonoides	+	-
Azúcares	+	+
Cumarinas	+	-
Alcaloides	-	-
Sesquiterpenlactonas	+	-
Quinonas	-	-

Simbología: (+) Resultado positivo (-) Resultado negativo.

Cuadro . 2 Resultado del análisis preliminar fitoquímico en el extracto etanólico de las hojas de *T. spathacea* y *M. zapota*.

3.5.3 Citotoxicidad.

El fundamento de la técnica se basa en la conversión del colorante resazurin para medir la capacidad metabólica de la célula, es decir las células viables poseen la habilidad de reducir la resazurin (azul) a resorufin (tonalidades rosa-morado) mediante enzimas mitocondriales, citosólicas y microsomales, por lo que las células no viables no reducen el colorante, de acuerdo al protocolo en concentraciones de 5 y 10 µg.

Los resultados son expresados como porcentaje de citoprotección. Un aumento en el porcentaje de citoprotección de las mezclas de extracto de *C. M. zapota* y *T. spathacea*-oxidante respecto a los porcentajes de las muestras individuales indica citoprotección (Cuadro 3) aún y cuando se observa una ligera disminución del efecto citoprotector del 97 % en en la línea celular, se considera el extracto seguro lo que se traduce en bajo efecto citotóxico para las dos especies en estudio.

Control	% de citoprotección
<i>M. zapota</i>	
5 µg	96.67
10 µg	97.67
<i>T. spathacea</i>	
5 µg	99.33
10 µg	100

Cuadro . 3 Resultados del efecto citoprotector en la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos CRL-2522

3.5.4 Actividad biológica

Para obtener el modelo de animales diabeticos se administró a cada uno de los grupos de animales una dosis de 50mg/kg de estreptozotocina (EZT) por vía i.p., la cual resultó ser la dosis efectiva diabetogénica a los 5 días después de la administración de EZT, esta dosis presentó una concentración de glucosa sanguínea entre 500 y 600 mg/dL para la cepa Sprague Dowley.

Del lote de 24 ratas diabéticas se formaron cinco grupos (n=3). Cada uno de ellos recibió como tratamiento vía i.g. el extracto etanólico de las hojas de *M. zapota* y *T. spathacea* como única fuente de líquidos, como testigo otro grupo recibió agua y dos más los hipoglucemiantes orales comerciales glibenclamida y metformina.

En la Figura 1 se muestran los resultados del estudio donde se puede observar una disminución de la concentración de glucosa en los animales diabéticos que recibieron el tratamiento con los extractos, contrario a lo observado en los animales diabéticos con los controles metformina y glibenclamida.

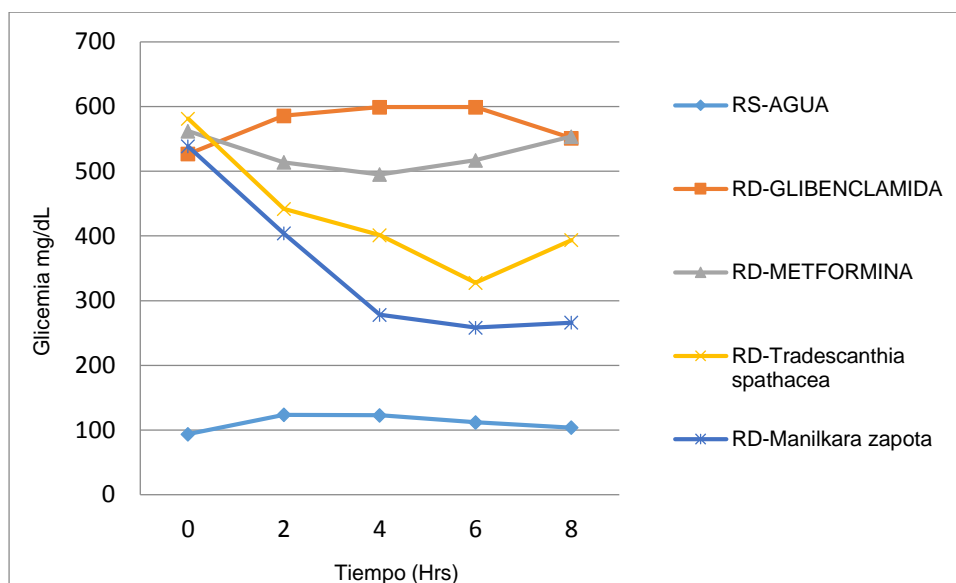


Figura . 1 Niveles de glucosa sanguínea (mg/dL) en ratas diabéticas diabéticas tratadas con los extractos etanólicos de *M. zapota* y *T. spathacea*.

Los datos obtenidos mostraron que los niveles de glucosa en condiciones control (ratas sanas sin tratamiento farmacológico) fluctúan entre 93 y 123 mg/dL en un lapso de 8 horas. Otros resultados encontrados en el grupo de ratas diabéticas con tratamiento farmacológico mostraron que la aplicación de la glibenclamida no indujo a una reducción significativa ($p < 0.01$) en los niveles de glucosa (526 a 599 mg/dL) a través del tiempo; en cambio la administración de metformina mostró un efecto hipoglucemiante en ratas diabéticas (562 a 495 mg/dL; $p < 0.01$). Además, cuando se administró *M. zapota* (538 a 258 mg/dL; $p < 0.01$) se aprecia una variación al igual que en *T. spathacea* (581 a 327 mg/dL; $p < 0.0001$) a dosis de 100 mg/Kg, es decir ambas especies mostraron un decremento en los niveles de hiperglicemia.

3.6 Discusión

El tamizaje fitoquímico constituye una alternativa viable y accesible que permite identificar la presencia de metabolitos en los extractos y en las primeras etapas de la separación,

durante los procesos de aislamiento y purificación de los constituyentes farmacológicamente activos.

Debido a que el objetivo del trabajo fue evaluar la actividad biológica del extracto *T. spathacea* y *M. zapota* para ser considerado como fuente de fito-fármacos o ingrediente funcional, se realizó la determinación de la CL₅₀ con el ensayo de letalidad sobre *Artemia salina*, el cual se ha utilizado ampliamente como un bioensayo simple para la selección de extractos crudos con potencial biológico en muchos laboratorios, debido a que se ha demostrado que este crustáceo es sensible a un amplio rango de compuestos con actividad biológica, ensayo considerado como de selección o descarte de extractos tóxicos para sistemas biológicos (Meyer *et al.*, 1982) asegurando con ello su efectividad y nula toxicidad.

En este trabajo, se encontró una CL₅₀ de 1000 µg/mL de los extractos de *M. zapota* y *T. spathacea* dicho resultado indica que el extracto de las hojas no es tóxico y por lo tanto puede considerarse que es aceptable su nivel de toxicidad consistente con lo encontrado por Mohammad (2012).

Con el propósito de establecer alguna relación entre los constituyentes químicos y la letalidad sobre *A. salina* (Concentración letal que causa la muerte del 50 % de los miembros de una población) se siguió el criterio de toxicidad asignado por Déciga-Campos (2007) donde: el compuesto y/o extracto resulta ser no tóxico cuando la CL₅₀ sea una concentración mayor de 1000 µg/mL; es moderadamente tóxico cuando la CL₅₀ sea una concentración menor o igual a 500 µg/mL y tóxico cuando la CL₅₀ sea una concentración menor de 500 µg/mL.

En un tamizaje fitoquímico preliminar de la fruta de *M. zapota* se ha identificado la presencia de triterpenos y glicosidos de acuerdo a Lavaud y colaboradores (1996), Kintzios (2006) y Fayek (2012a, 2013b) consistente con los resultados reportados para esta especie cultivada en el estado. Adicionalmente en el extracto de las hojas Hossain (2012) detectó la presencia de flavonoides, compuestos conocidos por poseer propiedades potenciales antitumorales, además que inducen mecanismos que destruyen

las células cancerígenas e inhiben la invasión tumoral (Lotito et al., 2006; De Sousa et al., 2007).

Un estudio similar revela que el extracto de *M. zapota* puede considerarse seguro a CL₅₀ 80g/kg (Fayek et al., 2012); sin embargo, podría presentar cierto carácter de alergia originada por la ingesta de la fruta (Ashok et al., 2013a, 2014b). Para el caso de *T. spathacea* no se tiene evidencia de estudios previos relacionados con esta prueba de toxicidad aguda, por lo que resulta un aporte novedoso. La presencia de saponinas en las especies estudiadas no muestra influencia especial sobre la letalidad en *A. salina*.

En general, se puede afirmar que en el tamizaje fitoquímico de las especies estudiadas no se aprecia relación entre la presencia de metabolitos secundarios y la letalidad sobre larvas de *A. salina*. Sin embargo es claro que la letalidad sobre *A. salina* depende de la concentración de las sustancias, de la presencia de otros metabolitos secundarios no analizados en este trabajo y de la interpretación entre los mismos.

En cuanto al ensayo de Rojo Neutro descrito por Borenfreund and Puerner (1984) es un procedimiento simple y sensible para la búsqueda de agentes citotóxicos en monocapas de líneas celulares adherentes, basado en la incorporación del colorante supravital rojo neutro en los lisosomas de las células viables, por lo que los cambios en la acumulación y retención de dicho colorante implica un daño en las membranas celulares, es un ensayo ampliamente utilizado. Para el presente estudio se planificó utilizando la línea normal adherente de fibroblastos humanos, como se puede observar en la Cuadro 3, las viabilidades obtenidas para el extracto de *T. spathacea* y *M. zapota* indican que no es citotóxico.

La información generada de estas especies de uso tradicional no aportan evidencias para el tratamiento del cáncer por lo que se podría someter a otros estudios en líneas celulares diferentes a como se describe Kuete (2013). Investigaciones previas en otras líneas celulares indican que los antioxidantes polifenólicos aislados del extracto metanólico de

la fruta de *M. zapota* describen actividad citotóxica de 134 microM en la línea celular humana de colon HCT-11635 (Osman *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2003).

Finalmente, el propósito de la investigación fue determinar el potencial hipoglucemiante de las especies en estudio; se ha estimado por primera vez para plantas cultivadas en Tabasco empleadas en el tratamiento empírico de la DM, las cuales al determinar previamente que no presentan acción citotóxica o toxicidad *in-vivo* e *in vitro* se justifica evaluar el efecto que inducen *Manilkara zapota* y *Tradescantia spathacea* sobre los niveles glucosa en un modelo *in vivo*, en ratas diabetes inducidas experimentalmente con estreptozotocina (EZT).

La inducción de la diabetes en ratas Sprague-Dawley se confirmó después de 5 días con la administración de 50 mg/kg de EZT tras la medición de la glucosa (500-600 mg/dL) y mediante un análisis de covarianza entre peso inicial y peso respuesta al tratamiento de las ratas diabéticas tras 5 días; además de la presencia de síntomas como poliuria, polifagia, polidipsia, pelo crespo, disminución de peso y niveles de glucosa alta.

En la Figura 1, se muestran los resultados de este estudio donde se puede apreciar una disminución de la concentración de glucosa en los animales diabéticos que recibieron por 8 horas el tratamiento, el extracto etanólico de *M. zapota* disminuye la hiperglicemia de 600 a 258 mg/dL a las 6 horas efecto muy similar para *T. sphatacea* que alcanza 327 mg/dL, contrario a lo observado en los animales diabéticos control (agua) los cuales mostraron niveles de glucosa sin cambio significativo en los cinco tiempos muestreados y los agentes hipoglucemiantes.

Las ratas diabéticas a tiempos corto de (4 h) mostraron una disminución en sus niveles de glucosa después de la administración del fármaco hipoglucemiante conocido como metformina (knowler *et al.*, 2002) a diferencia de la glibenclamida hipoglucemiante oral, el cual se emplea en el manejo de la DM, su absorción a nivel intestinal es casi total y a nivel pancreático en presencia de actividad funcional del tejido insulínico posee efecto betacito que favorece la síntesis y la liberación de insulina endógena lo que promueve la

reducción de la hiperglicemia, se utiliza para disminuir los niveles de glucosa en suero de los pacientes diabéticos produciendo una eficaz secreción de la insulina en dosis única diaria de hasta 10 mg, alcanza su nivel máximo en suero en 1-2 h. la media sérica es de 1.3-2.6h., efecto no observado en las condiciones del presente.

El grupo formado con ratas normoglucémicas manejadas como control mostraron los niveles de glucosa sin ningún cambio importante en los diferentes tiempos. El método estadístico empleado fué para SAS mixed, para medidas repetidas, con una $p < 0.0001$.

Respecto a la bibliografía sobre el comportamiento de glucemia en sangre para las especies en estudio, no se encontraron estudios realizados con ratas para ver el efecto de la glucemia en la respuesta.

3.7 Conclusiones

El presente estudio establece la actividad tóxica de los extractos etanólicos de *M. zapota*, *T. spathacea* al mostrar nula toxicidad ante *Artemia salina*. Los resultados de su citotoxicidad en la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos CRL-2522 indica que ante un efecto citoprotector por arriba del 97%, resulta un bajo efecto citotóxico, por ende los resultados generales del presente trabajo son favorables ante el hecho de que los extractos evaluados se consideran seguros.

Tras la evaluación de actividad biológica de los extractos etanólicos de las hojas de *M. zapota* y *T. spathacea* podemos establecer que ambos extractos poseen la capacidad de reducir los niveles altos de glucosa en sangre (hiperglicemia), en el modelo de ratas Sprague-Dawley diabéticas inducidas experimentalmente con EZT, resultados que podrían explicar el uso medicinal atribuido a esta planta; sin embargo no se puede descartar un efecto hipoglucemiante de la planta, mientras no se realicen estudios con dosis mayores o con extractos más purificados, pues el presente se considera un estudio preliminar por falta de datos sobre estudios previos farmacológicos experimentales de ambas especies, y a la vez presentan un aporte en la actividad farmacológica de dichas especies.

Compete a estudios futuros el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios responsables de la actividad hipoglucemiante que permitan dilucidar los posibles mecanismos de acción antihiper glucemiante de las plantas del presente estudio que en conclusión, se demostró poseen actividad farmacológica disminuyendo los niveles de glicemia.

3.8 Literatura citada

Alonso, Jorge. Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos. 1a Ed. Argentina: Corpus. 2007. p. 1350.

American Diabetes Association, Diabetes Care, Volume 35, Supplement 1, January 2012, 11-53/ care.diabetesjournals.org

Andrade-Cetto A, Heinrich M. 2005. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. J Ethnopharmacol 99(3):325-48.

Andrade-Cetto A, Vázquez RC. 2010. Gluconeogenesis inhibition and phytochemical composition of two *Cecropia* species. J Ethnopharmacol. 130(1):93-97.

Arencibia-Arrebola DF, Rosario-Fernández LA, Curveco-Sánchez DL. 2003. Principales ensayos para determinar la citotoxicidad de una sustancia, algunas consideraciones y su utilidad. Revista de Toxicología en línea.p.40-52.

Ashok Kumar HG, Venkatesh YP.2014. In silico analyses of structural and allergenicity features of sapodilla (*Manilkara zapota*) acidic thaumatin-like protein in comparison with allergenic plant TLPs. Mol Immunol.57(2):119-28.

Ashok-Kumar HG, Hegde VL, Shetty SM, Venkatesh YP. 2013. Characterization and Gene Cloning of an Acidic Thaumatin-Like Protein (TLP 1), an Allergen from Sapodilla Fruit (*Manilkara zapota*). Allergol Int. 62(4):447-62.

Bayne R. 1996. *Guide for the Care and Use of Laboratory animals. Commission on Life Sciences, National Research Council* national Research Council. Washington, DC: The National Academies Press.p164.

Borenfreund E y Puerner JA. 1985. Toxicity determination in vitro by morphological alterations and neutral red absorption. *Toxicological Lett.* 24:119-124.

Bussmann RW, Paniagua-Zambrana N, Rivas-Chamorro M, Molina-Moreira N, Cuadros-Negri ML, Olivera J. 2013. Peril in the market-classification and dosage of species used as anti-diabetics in Lima, Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine.*9:31-37.

Kothari V, Seshadri S. 2010. In vitro antibacterial activity in seed extracts of *Manilkara zapota*, *Anona squamosa*, and *Tamarindus indica*. *Biol Res.* 43(2):165-168.

De Assis SA, Velloso JC, Brunetti IL, Khalil NM, Leite KM, Martins AB, Oliveira OM. 2009. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. *Int J Food Sci Nutr.* 60(5):439-48.

De Sousa RR, Queiroz KC, Souza AC, Gurgueira SA, Augusto AC, Miranda MA. 2007. Phosphoprotein levels, MAPK activities and NFkappaB expression are affected by fisetin. *J Enzyme Inhib Med Chem.*22:439–444. [PubMed]

Déciga-Campos M, Rivero-Cruz I, Arriaga-Alba M, Castañeda-Corral G, Ángeles-López GE, Navarrete A, Mata R, Arriaga-Ala M, Castañeda-Corral G, Ángeles-López. 2007. Acute toxicity and mutagenic activity of Mexican plants used in traditional medicine. *Journal of ethnopharmacology.* 110(2):334-342.

Devalaraja S, Jain S, Yadav H. 2012. Exotic fruits as therapeutic complements for diabetes, obesity and metabolic syndrome. *Food Res Int.* 44(7): 1856–1865.

Domínguez X. 1979. Métodos de investigación fitoquímica. 1 a reEd. México: Limusa. p. 281.

Fayek NM, Monem AR, Mossa MY, Meselhy MR, Shazly AH. 2012. Chemical and biological study of *Manilkara zapota* (L.) Van Royen leaves (Sapotaceae) cultivated in Egypt. *Pharmacognosy Res.* 4(2): 85–91.

Federation of European Laboratory Animal Science Associations. 1998. Recomendaciones de FELASA sobre los estudios y la formación de las personas que trabajan con animales de laboratorios: categorías A y C. *Revista Internacional sobre la ciencia y el bienestar del animal de laboratorio.* 4(3):25-41.

- Goñi AC, León BD, Peña ARM, González BO, Arteaga ME, Bada AM, González YMA. 2011. Valores hematológicos y bioquímicos de las ratas Sprague Dawley producidas en CENPALAB, Cenp: SPRDREDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria* [en línea] 2011, 12 (Noviembre-Sin Mes).
- Hawthorne K, Robles Y, Cannings-John R, Edwards AGK. 2008. Culturally appropriate health education for type 2 diabetes mellitus in ethnic minority groups. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 3. Art. No.: CD006424. DOI: 10.1002/14651858.CD006424.pub2. Link to Cochrane Library. [PubMed: 18646153]
- Hersh-Martínez P y García-Poujol M. 2008. La flora como recurso terapéutico: el caso de los fluidos de los Laboratorio Codex en México. *Dynamis*.28:329-353.
- Hossain MH, Howlader MSI, Dey SK, Hira, Ahmed A. 2012. Anticonceptive and antidiarrheal properties of the ethanolic extract of *Manilkara zapota* (Linn. Barck. *Int J Pharm Sci Res*. 3(12); 4791-4795.
- Hostettmann K y Marston A. *Phytochem Rev*.2002.Twenty years of research into medicinal plants: Results and perspectives.1:275–285.
- Islam ME, Parvin MS, Islam MR, Islam MS, Hasan SMR. 2012. Antioxidant activity of the ethanol extract of *Manilkara zapota* leaf. *Journal of Scientific Research*. 4 (1):235-240. Kaneria M, Baravalia Y, Chanda S. 2009. Determination of antibacterial and antioxidant potential of some medicinal plants from Saurashtra Region, India. *Indian J Pharm Sci*. 71(4) 406-412.
- Kaewpiboon C, Lirdprapamongkol K, Srisomsap C, Winayanuwattikun P, Yongvanich T. 2012. Studies of the in vitro cytotoxic, antioxidant, lipase inhibitory and antimicrobial activities of selected Thai medicinal plants. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 12: 217-225.
- Kaneria M, Kanani B, Chand S.2012. Assessment of effect of hydroalcoholic and decoction methods on extraction of antioxidants from selected Indian medicinal plants. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2(3):195-202.

- Khan V, Najmi AK, Akhtar M, Aquil M, Mujeeb M, Pillai KK. 2012. A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential. *J Pharm Bioallied.* 4(1):27-42.
- Kintzios SE. 2006. Terrestrial plant derived anticancer agents and plants used in anticancer research. *Crit Rev Plant Sci.* 25:79–113.
- Kuete V, Seo EJ, Krusche B, Oswald M, Wiench B, Schroder, Greten J, Lee IS, Effert T. 2013. Cytotoxicity and Pharmacogenomics of medicinal plants from traditional Korean medicine. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013:341724. Published online 2013 July 11, doi: 10.1155/2013/341724.
- Lavaud C, Massiot G, Becchi M, Misra G, Nigam SK. 1996. Saponins from three species of *Mimusops*. *Phytochemistry.* 41(3):887-93.
- Lee T, Dugoua JJ. 2011. Nutritional supplements and their effect on glucose control. *Curr Diab Rep.* 11(2):142-8.
- Lotito SB, Frei B. 2006. Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon. *Free Radic Biol Med.* 41:1727–1746. [PubMed]
- Ma J, Lou XD, Protiva P, Yan, Ma C, Basile MJ, Weinstein IB, Kennelly EJ. 2003. Bioactive novel polyphenols from the fruit of *Manilkara zapota* (Sapodilla). *J Nat Prod.* 66(7):983-986.
- McLaughlin JL. 1991. Crown gall tumors on potato disc and brine shrimp lethality: two simple bioassays for higher plant screening and fractionation. En: Dey, P. M., Harborne, J. B., Hostettman. *Methods in plant Biochemistry. Assay for Bioactivity.* 1a Ed. London: Academic Press; 6: p.47– 69.
- Meckes M, Garduño-Ramírez ML, Marquinas, Álvarez L. 2008. Iridoides adicionales de la planta medicinal *Astianthus viminalis* y su actividad hipoglucemiante y antihiperoglucemiante. 45(4):195-199.
- Metcalfe A, Williams J, McChesney J, Patten SB, Jetté N. 2010. Use of complementary and alternative medicine by those with a chronic disease and the general

population--results of a national population based survey. BMC Complement Altern Med.10:58-62.

Meyer BN, Ferrigni JR, Putman JE, Jacobsen LB, Nichols DE, McLaughlin, JL. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plants constituents. *Planta Médica*. 1982; 45:31-34.

Mohammad ABR, Yuet PK, Zuraini Z, Lachimanan YL, Subramanion LJ, Screerivasan S. 2012. Acute toxicity impacts of *Euphorbia hirta* L. extract on behavior, organs body weight index and histopathology of organs of the mice and *Artemia salina*. *Pharmacognosy Res*. 4(3):170-177.

Mondal S, Das D, Roy SK, Islam SS.2012. Isolation, purification and structural characterization of an acetylated heteroglycan from the unripe fruits of *Manilkara zapota* L. *Carbohydr Res*. 2012; 354:74-78.

Monks NR, Li B, Gunjan S, Rogers DT, Kulshrestha M, Falcone DL, Littleton JM. 2011. Natural products genomics: A novel approach for the discovery of anti-cancer therapeutics. *J Pharmacol Toxicol Methods*.64(3):217-25.

Nair R y Chanda S.2008. Antimicrobial Activity of *Terminalia catappa*, *Manilkara zapota* and *Piper betel* Leaf Extract. *Indian J Pharm Sci*.70 (3):390-393.

Norris SL, Lee NJ, Severance S, Thakurta S.2008. Drug class review on newer drugs for the treatment of diabetes mellitus. <http://www.ohsu.edu/drugeffectiveness/reports/final.cfm>

O'Sullivan y Cashman. 1970OECD Test Guidelines Programme, ENV/MC/CHEM/TG(96)9: Final Report of the OECD Workshop on Harmonisation of Validation and Acceptance Criteria of Alternative Toxicological Test Methods, OECD Publications Office, Paris, 1996.

Olorunnisola DS, Amao IS, Ehigie DO, Ajayi ZA.,2008. Antihyperglycemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of *Chrysophyllum albidum* seed cotyledon in alloxan induced diabetic rats. *Res J Appl Sci*.3:123-127.

- Osman MA, Rashid MM, Rezaul KM. Inhibition of Ehrlich ascites carcinoma by *Manilkara zapota* L. stem bark in Swiss albino mice. *Asian Pac J Trop Biomed.* 1(6):448-451.
- Pascual-Leone AM y Medina JM. 2010. Instituto de España Real Academia Nacional de Farmacia Monografía XXIX-Acción de las hormonas a nivel cerebral. Madrid.
- Pénicaud L Hitier P, Ferré P, Girard J. 1989. Hypoglycaemic effect of metformin in genetically obese (fa/fa) rats results from an increased utilization of blood glucose by intestine. *Biochem J.* 262:881–885.
- Pérez GRM.1996. Anti-inflammatory activity of *Ambrosia artemisifolia* and *Rhoeo spathacea*. *Phytomedicine.* 3(2):163-7.
- Rodríguez RM, López-Guerra RL, Casa-Blanco JC. 2002. Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso. *Acta Farm. Bonarense.* 21(3):213-217.
- Semenya S, Potgieter M, Erasmus L 2012. Ethnobotanical survey of medicinal plants used by Bapedi healers to treat diabetes mellitus in the Limpopo Province, South Africa. *J Ethnopharmacol.* 7; 141 (1):440445.
- Shui G, Wong SP, Leong LP. 2004. Characterization of antioxidants and change of antioxidant levels during storage of *Manilkara zapota* L. *J Agric Food Chem.* 2004; 52(26):7834-41.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS).1999. Statistics. Inc. Cary, N.C. USA. V.8. pp668.
- Wang H, Liu T, Song L, Huang D. 2012. Profiles and α -amylase inhibition activity of proanthocyanidins in unripe *Manilkara zapota* (chiku). *J Agric Food Chem.* 60(12):3098-104.
- Zari TA. Logmani A, Ayed S. 2009. Long-term effects of *Cinnamomum zeylanicum* Blume oil on some physiological parameters in streptozotocin-diabetic and non-diabetic rats. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8: 266-274.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación fue posible gracias al apoyo otorgado por el Colegio de Postgraduados a través de la Beca de financiamiento. A la Universidad Autónoma de Nuevo León por la colaboración a través la Facultad de Biología y Química y al Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste del Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIN) por las facilidades otorgadas para el uso del bioterio durante el desarrollo de la actividad biológica.

Este documento forma parte de la Tesis de Doctorado en Ciencias de Villarreal-Ibarra Edelia Claudina.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones Generales

Los resultados de esta investigación permitieron identificar la incorporación de dos elementos del conocimiento local de la medicina herbolaria, uno obtenido de la observación sobre la flora local, de traspatio y silvestres, y el otro relacionado con la escasa demanda de plantas adquiridas en los mercados locales. La considerable proporción (76%) de especies silvestres usadas por la comunidad demuestra que en Malpasito existe una fuerte dependencia del entorno vegetal natural para aliviar diversos malestares y una definida tradición medicinal local como alternativa relevante en la atención primaria de la salud.

De las 128 especies medicinales registradas, 13 presentaron niveles de uso significativo y 24 (18%) no habían sido reportadas en trabajos previos en Tabasco.

Entre las enfermedades crónico degenerativas destacan los problemas endócrinos, para el tratamiento de la diabetes se registraron 36 diferentes especies de plantas que se usan empíricamente; sólo 47% han sido validadas científicamente mediante el efecto hipoglucemiante referido a estudios en extractos, compuestos o fracciones bioactivas.

Se destacaron seis especies de plantas que, por su importancia ante la comunidad demandaron de su validación científica. Tras una búsqueda bibliográfica se encontró que las propiedades farmacológicas de *Catharantus roseus*, *Aloe vera*, *Crecropia obtusifolia* y *Momordica charantia* ampliamente documentadas y comprobada su actividad hipoglucemiante *in-vitro*, *in-vivo* y en estudio preclínicos, encontrándose incluso productos comerciales registrados, no siendo así para *Tradescantia spathacea* y *Manilkara zapota* y especies prometedoras dada su importancia y frecuencia de uso en el control de la diabetes en la comunidad en estudio.

En la validación de las dos plantas seleccionadas ninguna resultó ser tóxica ante *Artemia salina*, por lo que nuestros datos son una aportación a la actividad biológica de este extracto, es importante mencionar que no se encontraron reportes de la toxicidad mediante este ensayo.

Los resultados de su citotoxicidad en la línea celular normal adherente de fibroblastos humanos CRL-2522 indican que ante un efecto citoprotector mayor del 97%, resulta un bajo efecto citotóxico, por lo que los resultados generales del presente trabajo son favorables ante el hecho de que los extractos evaluados se consideran seguros.

Tras la evaluación de la actividad biológica de los extractos etanólicos de las hojas de *M. zapota* y *T. spathacea* se estableció que ambos extractos poseen la capacidad de reducir los niveles altos de glucosa en sangre (hiperglicemia), en el modelo de ratas Sprague-Dawley diabéticas inducidas experimentalmente con EZT, resultados que podrían explicar el uso medicinal atribuido a esta planta; sin embargo no se puede descartar un efecto hipoglucemiante de la planta, mientras no se realicen estudios con dosis mayores o con extractos más purificados.

El presente se considera un estudio preliminar ya que no se encontraron estudios farmacológicos previos de las especies. *Competa a estudios futuros el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios responsables de la actividad hipoglucemiante que permitan dilucidar los posibles mecanismos de acción antihiperglicemiante de M. zapota y T. spathacea; que en conclusión, se demostró poseen actividad farmacológica disminuyendo los niveles de glicemia.*

Los extractos etanólicos de ambas especies presentaron metabolitos secundarios, reportados por otros autores para especies nativas e introducidas en otros países. *Sin embargo compete a estudios futuros el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios responsables de la actividad hipoglucemiante en las hojas que permitan dilucidar los posibles mecanismos de acción antihiperglicemiante de las plantas.*

En conclusión los extractos etanólicos de *Manilkara zapota* y *Tradescantia spathacea* poseen actividad biológica dado que se demostró poseen actividad farmacológica disminuyendo los niveles de glicemia, resultados obtenidos que contribuyen en la validación de su uso en la medicina tradicional de la comunidad para el tratamiento de la diabetes.

4.2 Recomendaciones

Surge la necesidad por realizar investigaciones que contribuyan a incrementar el inventario de las plantas medicinales del estado y continuar el estudio de la caracterización e identificación química de los principios activos y extractos hipoglucemiantes promisorios de las plantas hipoglucemiantes destacadas, las cuales además podrían ser sujetas a análisis fitoquímicos, toxicológicos y farmacológicos en la generación de nuevas alternativas terapéuticas.

Adicionalmente, se requerirán estudios complementarios para que cumplan con las especificaciones físicas y químicas de la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (FHEUM, 2001) y Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM, 2006) para el uso seguro e inocuo como materia prima herbolaria, ya que al cumplir con estos parámetros establecidos podrían ser potencialmente propuestos como ingrediente funcional o en la formulación de fito-fármacos, ya que resulta un recurso de producción constante de compuestos activos.

4.2.1 Literatura citada

Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, (FEUM) Octava Edición, Primer Suplemento, 2006, Secretaría de Salud, ISBN: 970-721-371-X. Publicaciones e Impresiones de Calidad, S.A de C.V.

Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Salud, México 2001, ISBN: 968-811-982-2

APÉNDICE A

Metodología del estudio Etnobotánico, Preparación de los extractos etanólicos de las hojas de *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Tradescantia spathacea* y Toxicidad en el crustáceo *Artemia salina*.



APÉNDICE B

Metodología utilizada en la presente investigación para la inducción de diabetes experimental de ratas Sprague Dawley con Estreptozotocina (EZT) y determinación de actividad biológica en especies vegetales.

