



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**ESTUDIO ETNOBOTÁNICO, ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y FITOQUÍMICA**  
**DE PLANTAS MEDICINALES UTILIZADAS EN SANTIAGO QUIOTEPEC,**  
**OAXACA.**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**DOCTORA EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**JULIETA OROZCO MARTÍNEZ**

**TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DRA. CLAUDIA TZASNA HERNÁNDEZ DELGADO**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM

**COMITÉ TUTOR: DR. MANUEL JIMÉNEZ ESTRADA**  
INSTITUTO DE QUÍMICA, UNAM

**DR. JOSÉ GUILLERMO ÁVILA ACEVEDO**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, SEPTIEMBRE, 2020.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**ESTUDIO ETNOBOTÁNICO, ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y FITOQUÍMICA**

**DE PLANTAS MEDICINALES UTILIZADAS EN SANTIAGO QUIOTEPEC,**

**OAXACA.**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**DOCTORA EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**JULIETA OROZCO MARTÍNEZ**

**TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DRA. CLAUDIA TZASNA HERNÁNDEZ DELGADO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: DR. MANUEL JIMÉNEZ ESTRADA**

**INSTITUTO DE QUÍMICA, UNAM**

**DR. JOSÉ GUILLERMO ÁVILA ACEVEDO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM**

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, 2020.**



COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
OFICIO CPCB/555/2020  
ASUNTO: Oficio de Jurado

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Subcomité de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas y Biología Evolutiva y Sistemática del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **24 de febrero de 2020** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **DOCTORA EN CIENCIAS** de la estudiante **OROZCO MARTÍNEZ JULIETA** con número de cuenta **301821537** con la tesis titulada "**Estudio etnobotánico, actividad antimicrobiana y fitoquímica de plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec, Oaxaca.**", realizada bajo la dirección de la **DRA. CLAUDIA TZASNÁ HERNÁNDEZ DELGADO**, quedando integrado de la siguiente manera:

Presidente: DRA. PATRICIA DOLORES DÁVILA ARANDA  
Vocal: DR. RAFAEL LIRA SAADE  
Secretario: DR. MANUEL JIMÉNEZ ESTRADA  
Suplente: DR. RICARDO REYES CHILPA  
Suplente: DRA. ANDREA MARTÍNEZ BALLESTE

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 08 de septiembre de 2020

**COORDINADOR DEL PROGRAMA**



**DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA**



## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.**

Al apoyo económico recibido por el proyecto

**PAPIIT IA204915**

A mi Tutora Principal

**Dra. Claudia Tzasna Hernández Delgado**

A los miembros del Comité Tutor

**Dr. Manuel Jiménez Estrada**

**Dr. José Guillermo Ávila Acevedo**

## **AGRADECIMIENTOS**

A los miembros del jurado, por aportar su conocimiento en la revisión de este trabajo:

**Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda**

**Dr. Rafael Lira Saade**

**Dr. Manuel Jiménez Estrada**

**Dr. Ricardo Reyes Chilpa**

**Dra. Andrea Martínez Balleste**

A quienes me apoyaron, orientaron y motivaron a lo largo de la realización de este proyecto:

**Dra. Rocío Serrano Parrales**

**Dra. Ana María García Bores**

**Mtra. Edith López Villafranco**

**Mtro. Ángel Durán Díaz**

**Martín López Carrera**

**Biol. Héctor Cervantes Maya**

**M. en C. María de los Ángeles Mora Villa**

**M. en C. Erick Nolasco Ontiveros**

**Dr. Edgar Antonio Estrella Parra**

**M. en C. Luis Barbo Hernández Portilla**

**M. en C. Viridiana Escartín Alpizar**

A los alumnos **Jessica Shaday Badager Muñoz, Ivonne Berenice Bonilla Martínez, Karla Ximena Coronado Aguilar, Alejandro Daniel García Pérez, Danae Irasema Javier Venegas, América Sarahí Medina Montiel, Valeria Guadalupe Ortiz Parra y Alan Omar Ramírez Merino**, por desarrollar una pequeña parte de este proyecto para su tesis de licenciatura

También agradezco a todos lo que caminaron a mi lado, me levantaron y me motivaron para continuar durante estos cuatro años.

## DEDICATORIAS

A mis padres

**Javier y Laura**

A mi hermano

**Xavier**

A mis hijos

**Carlos y Leonardo**

## ÍNDICE

Resumen.....	1
Abstract .....	2
1. Introducción.....	3
1.1 Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	4
1.2 Santiago Quiotepec, Oaxaca.....	5
2. Antecedentes.....	6
3. Hipótesis.....	8
4. Objetivo general.....	8
5. Metodología	
5.1 Estudio etnobotánico de plantas medicinales.....	9
5.1.1 Distribución del conocimiento.....	9
5.1.2 Inventario de especies.....	10
5.1.3 Análisis cuantitativo.....	10
5.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana.....	10
5.2.1 Obtención de extractos.....	10
5.2.2 Evaluación de la actividad antibacteriana.....	10
5.2.3 Evaluación de la actividad antifúngica.....	11
5.3 Estudio fitoquímico.....	12
5.3.1 Obtención de alcaloides y extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	12
5.3.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	12
5.3.3 Efecto del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> sobre la curva de crecimiento bacteriana.....	13
5.3.4 Identificación cualitativa de metabolitos secundarios presentes en los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	13
5.3.5 Evaluación de la actividad antioxidante del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> .....	13
5.3.6 Bioautografía del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i> .....	13
5.3.7 Fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> .....	14
6. Resultados	
6.1 Estudio etnobotánico de plantas medicinales.....	15

6.1.1	Distribución del conocimiento.....	15
6.1.2	Inventario de especies.....	18
6.1.3	Análisis cuantitativo.....	27
6.2	Evaluación de la actividad antimicrobiana.....	31
6.2.1	Obtención de extractos.....	32
6.2.2	Evaluación de la actividad antibacteriana.....	34
6.2.3	Evaluación de la actividad antifúngica.....	38
6.3	Estudio fitoquímico.....	41
6.3.1	Obtención de alcaloides y extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	41
6.3.2	Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	42
6.3.3	Efecto del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> sobre la curva de crecimiento bacteriana.....	43
6.3.4	Identificación cualitativa de metabolitos secundarios presentes en los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	43
6.3.5	Evaluación de la actividad antioxidante del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> .....	44
6.3.6	Bioautografía del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i> .....	44
6.3.7	Fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico de <i>Melochia tomentosa</i> .....	45
7.	Discusión	
7.1	Estudio etnobotánico de plantas medicinales.....	49
7.2	Evaluación de la actividad antimicrobiana.....	52
7.3	Estudio fitoquímico de <i>Melochia tomentosa</i> .....	54
8.	Conclusiones.....	56
9.	Referencias bibliográficas.....	57
10.	Apéndices	
10.1	Entrevista.....	66
10.2	Índices cuantitativos.....	67
10.3	Método de difusión en agar o de Kirby-Bauer.....	69
10.4	Microtécnica de dilución en caldo.....	71
10.5	Inhibición del crecimiento radial por difusión en agar.....	73
10.6	Determinación de la concentración fungicida media (CF <sub>50</sub> ).....	74

10.7	<i>Melochia tomentosa</i> (Malvaceae).....	75
10.8	Extracción en medio ácido de alcaloides.....	77
10.9	Efecto de los extractos sobre el crecimiento bacteriano.....	79
10.10	Pruebas de identificación cualitativa de metabolitos secundarios.....	81
10.11	Método de reducción del radical 2,2-difenil-1- picrilhidracil (DPPH)....	83
10.12	Bioautografía.....	84
10.13	Artículo.....	85

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Santiago Quiotepec.....	5
Figura 2. Curva de acumulación de las especies mencionadas por salida.....	15
Figura 3. Promedio de mención de especies por género.....	15
Figura 4. Promedio de mención de especies por edad.....	16
Figura 5. Número de informantes por ocupación.....	16
Figura 6. Promedio de mención de especies por ocupación.....	17
Figura 7. Análisis de correspondencia múltiple.....	17
Figura 8. Número de especies agrupadas por familia.....	18
Figura 9. Especies con mayor frecuencia de mención.....	25
Figura 10. Número de enfermedades a tratar por especie.....	25
Figura 11. Número de especies para tratar enfermedades.....	26
Figura 12. Factor de Consenso de Informantes.....	31
Figura 13. Halos de inhibición por tipo de extracto.....	37
Figura 14. Halos de inhibición por tipo de bacteria.....	37
Figura 15. Efecto del extracto metanólico de <i>M. tomentosa</i> sobre la curva de crecimiento de <i>S. aureus</i> .....	43
Figura 16. Cromatografía en capa fina de las fracciones activas y revelada bajo luz UV (366 nm).....	47
Figura 17. Hojas y flor de <i>M. tomentosa</i> .....	75



## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Listado de plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec...	20
Tabla 2. Importancia Relativa y Valor de Uso de las plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec.....	27
Tabla 3. Especies para evaluar la actividad antimicrobiana.....	32
Tabla 4. Datos de colecta.....	33
Tabla 5. Rendimiento de los extractos.....	33
Tabla 6. Halos de inhibición y CMI de los extractos de las especies evaluadas sobre cepas bacterianas.....	35
Tabla 7. Halos de inhibición y CMI de los extractos sobre cepas de hongos levaduriformes.....	39
Tabla 8. CF <sub>50</sub> de los extractos sobre cepas de hongos filamentosos.....	40
Tabla 9. Actividad antimicrobiana de los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> ..	41
Tabla 10. Rendimiento de los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	42
Tabla 11. Actividad antimicrobiana de los extractos de la segunda colecta de <i>Melochia tomentosa</i> .....	42
Tabla 12. Identificación cualitativa de metabolitos secundarios en los extractos de <i>Melochia tomentosa</i> .....	44
Tabla 13. Autobiografía del extracto metanólico de <i>M. tomentosa</i> sobre <i>S. aureus</i> .....	45
Tabla 14. Rendimiento y actividad antibacteriana de las fracciones del extracto metanólico <i>M. tomentosa</i> .....	46
Tabla 15. Rendimiento y actividad antibacteriana de la fracción 3.....	47
Tabla 16. Antecedentes de <i>Melochia tomentosa</i> .....	76

## RESUMEN

Santiago Quiotepec es una de las comunidades más antiguas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y tiene una gran tradición en el uso de plantas medicinales. El objetivo de la investigación fue realizar un estudio de bioprospección etnodirigido de plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades de posible origen infeccioso y así proporcionar elementos para documentar la base fitoquímica del uso tradicional de plantas medicinales de Santiago Quiotepec, Oaxaca. Se realizó un estudio etnobotánico de plantas medicinales, en el cual 60 informantes mencionaron 66 especies de plantas utilizadas para el tratamiento de diferentes enfermedades. Las especies con mayor frecuencia de mención fueron *Amphyterigium adstringens*, *Ehretia latifolia* y *Aloe vera*. Se eligieron 15 especies utilizadas para tratar enfermedades de posible origen infeccioso, a las cuales se les evaluó su actividad antimicrobiana sobre cepas de bacterias y hongos de importancia clínica. Todas las especies presentaron actividad antimicrobiana, destacando el extracto hexánico de *Plumbago pulchella*, con una CMI de 0.25 mg/mL sobre *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, así como el extracto hexánico de *Echinopterys eglandulosa* obteniendo una CMI de 0.25 mg/mL sobre *Pseudomonas aeruginosa*. Para realizar el análisis fitoquímico se eligió a *Melochia tomentosa* ya que no hay antecedentes sobre su actividad antimicrobiana. Se evaluó el extracto metanólico de *M. tomentosa* sobre la curva de crecimiento de *S. aureus*, obteniendo un efecto bacteriostático. El extracto metanólico se fraccionó por medio de una cromatografía en columna, obteniendo 14 fracciones, las cuales se evaluaron sobre *S. aureus* ATCC 29213 y FES-C, siendo las fracciones 3, 4, 7, 11 y 12 las que presentaron actividad antibacteriana en ambas cepas. Se realizó una cromatografía en columna de la fracción 3, obteniendo 13 fracciones, siendo las fracciones 7, 8 y 9 las que presentaron actividad sobre ambas cepas. Se realizaron pruebas cualitativas de identificación de metabolitos secundarios de la fracción 8, obteniendo la presencia de fenoles, glicósidos y flavonoides.

## ABSTRACT

Santiago Quioitepec is one of the oldest communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and has a high tradition in the use of medicinal plants. The aim of this investigation was to undertake an ethnodirected bioprospecting study of plants used for the treatment of possible infectious origin diseases and provide elements to document the phytochemical basis of the traditional use of medicinal plants in Santiago Quioitepec, Oaxaca. An ethnobotanical study of medicinal plants was carried out, 60 informants mentioned 66 species of plants used in the treatment of different diseases. The species with the most frequency mention were *Amphyterigium adstringens*, *Ehretia latifolia* and *Aloe vera*. Fifteen species used to treat possible infectious origin diseases were selected to evaluate their antibacterial activity on bacterial and fungal strains of clinical importance. All species presented antimicrobial activity, highlighting the hexane extract of *Plumbago pulchella*, with a MIC of 0.25 mg/mL in strains of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*, as well as the hexane extract of *Echinopterys eglandulosa* showed a MIC of 0.25 mg/mL over *Pseudomona aeruginosa*. To perform the phytochemical analysis, *Melochia tomentosa* was chosen because its antimicrobial activity has not been verified. This species showed a high frequency. The methanol extract of *M. tomentosa* was evaluated on the bacterial growth curve of *S. aureus*, obtaining a bacteriostatic effect. The methanolic extract was fractionated by a column chromatography, obtaining 14 fractions, which were evaluated on *S. aureus* ATCC 29213 y FES-C, fractions 3, 4, 7, 11 y 12 have antibacterial activity in both strains. A column chromatography of fraction 3 was made, obtaining 13 fractions. Of them, fractions 7, 8 and 9 presented activity on both strains. Qualitative tests of identification of secondary metabolites of fraction 8 were performed, obtaining the presence of phenols, glycosides and flavonoids.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones etnobotánicas han adquirido especial relevancia en las últimas décadas, en respuesta a la creciente pérdida del conocimiento tradicional de las sociedades nativas y la degradación de los hábitats naturales, cuyo resultado es la pérdida de miles de especies potencialmente útiles, que podrían tener aplicaciones fitoquímicas aún desconocidas, así como de germoplasma para el mejoramiento de cultivos o el descubrimiento de nuevas especies para la alimentación y la medicina humana (Ríos et al., 2017).

Desde la antigüedad, las plantas han jugado un papel importante como fuente medicinal para el ser humano. Actualmente, hay una gran necesidad de conservar este valioso conocimiento, especialmente en aquellos países en donde existe un alto riesgo en la pérdida de esta práctica debido, principalmente, a su exposición a otras culturas y a la migración de curanderos tradicionales (Martínez-Meyer et al., 2014; Kayani et al., 2015).

En la actualidad, se estima que entre 35,000 y 70,000 especies de plantas se utilizan en la medicina tradicional en todo el mundo (Kayani et al., 2015). Las propiedades farmacológicas de las plantas son producidas por una amplia variedad de productos naturales, de los cuales se han aislado alrededor de 50,000 compuestos y todavía hay por describirse miles de moléculas (Pichersky y Gang, 2000). Varias sustancias se emplean como materia prima para la fabricación de medicamentos semisintéticos más complejos. Estas, pueden también servir de modelo para la elaboración de drogas sintéticas e incluso se pueden utilizar como marcadores taxonómicos en la búsqueda de nuevos medicamentos (Bermudez et al., 2005) a través, por ejemplo, de los estudios denominados etnomedicinales (Heinrich, 2000). A nivel mundial, se considera que existen alrededor de 270,000 especies de plantas vasculares (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008), sin embargo, existe un déficit de información básica sobre la distribución y composición química de la mayor parte de ellas (Pagaza y Fernández, 2004).

## **1.1 Valle de Tehuacán-Cuicatlán**

Una de las regiones de mayor importancia florística de México es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Dadas sus características geográficas y climáticas alberga una diversidad vegetal elevada y altamente característica (Dávila et al., 2002). Esta región, ubicada en los estados de Puebla y Oaxaca, constituye un importante reservorio de diversidad vegetal de los ambientes áridos y semiáridos del territorio nacional, ya que dentro de sus límites se encuentran alrededor de 3,000 especies vegetales (Casas et al., 2016). Debido a la necesidad de conservar la diversidad biológica y los ecosistemas del área, en 1998 esta región fue declarada como Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán por el Gobierno Mexicano y la UNESCO (CONANP, 1998).

Además de su riqueza biológica, la Reserva alberga también una gran diversidad cultural, pues en ella están representados 8 de los 56 grupos étnicos de México (mixtecos, cuicatecos, chinantecos, ixcatecos, mazatecos, chocho, popolocas y nahuas) (Casas et al., 2001). Por otra parte, en la actualidad convergen en la región numerosas comunidades campesinas que, a lo largo de cinco siglos, han conformado elementos culturales propios en relación con el conocimiento, la cosmovisión, el aprovechamiento y manejo de los recursos vegetales (Casas et al., 2001; Pérez-Negrón y Casas, 2007).

Dentro de la Reserva de Tehuacán-Cuicatlán se han realizado varios estudios etnobotánicos que en conjunto registran más de 1600 especies de plantas útiles, identificando entre los principales usos: 874 especies forrajeras, 396 medicinales, 339 comestibles, 313 ornamentales y 209 utilizadas como leña (Lira et al., 2009; Casas et al., 2016). Sin embargo, aún se requiere información a todos los niveles sobre las plantas medicinales utilizadas en la región, ya que la recopilación, análisis y validación de esta información tiene gran relevancia en la definición de estrategias para el aprovechamiento y manejo de sus recursos naturales en la comunidad.

## 1.2 Santiago Quiotepec, Oaxaca

La comunidad de Santiago Quiotepec ocupa una superficie de aproximadamente 36.8 km<sup>2</sup>. Se encuentra ubicada al noreste del estado de Oaxaca, en el municipio de Cuicatlán, entre las coordenadas extremas UTM Xmax: 715000, Ymax: 1981900 y Xmin: 712300, Ymin: 1979200 (Figura 1). Se localiza a una altitud de 545 msnm (García, 1981). Santiago Quiotepec es uno de los pueblos más antiguos de la parte más baja de una zona de depresión identificada como la “Cañada Poblano-Oaxaqueña”, en el interior de la Sierra Madre Oriental (Pérez-Negrón, 2002). Presenta un clima semiárido muy seco ya que recibe una precipitación anual de sólo 500 mm, mientras que su temperatura promedio supera los 25°C. Las lluvias se concentran entre junio y septiembre principalmente (García, 1981). Los principales ríos en Santiago Quiotepec son: el Río Sendo, el Río Grande, el Río Salado y Cacahuatal. El Río Sendo es el más importante para la comunidad ya que de sus aguas se alimentan la red de agua potable y los canales de riego del área agrícola.

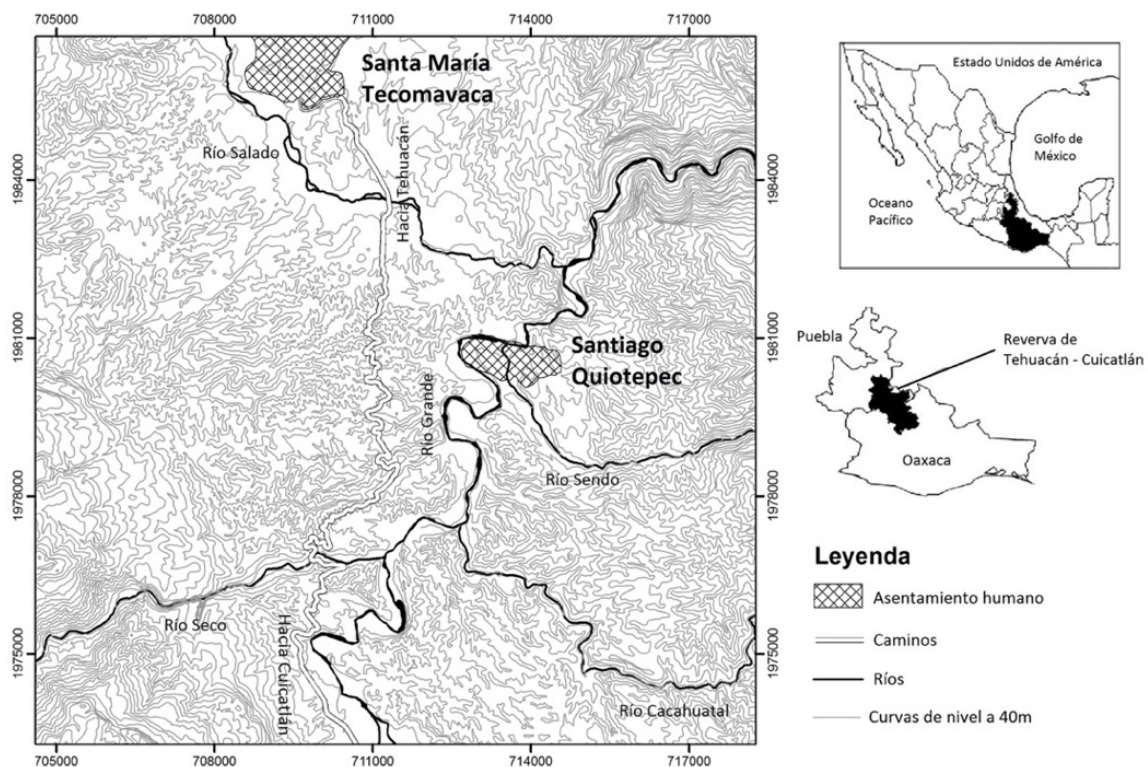


Figura 1. Ubicación de Santiago Quiotepec.

El tipo de suelo predominante en la zona es el feozem háplico, característico de regiones semiáridas con una capa superficial oscura que presenta materia orgánica (Pérez-Negrón, 2002). Los tipos de vegetación predominantes son el bosque tropical deciduo, el chiotillal, la tetechera y también los cardonales dominados por *Pachycereus weberi* (Valiente-Banuet et al., 1998).

Los primeros asentamientos del área de Quiotepec datan de 300 años antes de nuestra era y hacia el año 1600 constituía uno de los poblados más extensos de la región de la Cañada, la cual en la actualidad tiene una influencia cultural Cuicateca (Pérez-Negrón, 2002). La comunidad cuenta con 217 habitantes (INEGI, 2010), quienes viven fundamentalmente de las labores agrícolas y del pastoreo de bovinos y caprinos. La fruticultura y la ganadería son las actividades que permiten la obtención de los ingresos monetarios, complementados con los provenientes de la migración (Grupo Mesófilo, 2002).

Se han realizado algunos estudios faunísticos en la comunidad (Briones-Salas, 2000; Townsend et al., 2003, Vázquez et al., 2009) y en cuanto a la flora, Pérez-Negrón y Casas (2007) realizaron un estudio etnobotánico en donde mencionan un total de 252 especies de plantas útiles, las cuales son empleadas en 21 formas diferentes: 169 especies se utilizan para forraje, 88 se utilizan como medicinales, 74 son comestibles, 70 se usan para leña, 39 como ornamentales, 38 para material de construcción, 23 para artesanía, 21 para control de suelo y 16 como veneno. Estos autores destacan, además, que el uso de plantas medicinales en la comunidad es de suma importancia, ya que el 76% de las familias las destinan al tratamiento de algún tipo de enfermedad.

## **2. ANTECEDENTES**

Son pocos los estudios etnomedicinales globales realizados en la Reserva de Tehuacán-Cuicatlán (Hernández et al., 2015) y entre los más destacados están los de Hernández (2004) y Canales (2005). En el primero de ellos se concluyó que el

73.95% de la población de Zapotitlán de las Salinas utiliza 44 especies de plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales, siendo las mujeres, los curanderos y los informantes entre los 60 y 90 años los que reconocen un mayor número de especies. También se documentó la evaluación antibacteriana de los extractos de *Lippia graveolens*, *Lantana achyranthifolia*, *Tumera difusa*, *Lippia oaxacana*, *Gymnolaena oaxacana*, *Cordia curassavica*, *Lantana camara* y *Acalypha hederácea*. De todas ellas destacaron los resultados de *Lippia graveolens* y *Lantana achyranthifolia*, cuyos aceites esenciales se analizaron mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas identificando los principales componentes presentes en ellas: *Lippia graveolens* (carvacrol, acetato de terpineno y m-cimeno) y *Lantana achyranthifolia* (carvacrol, isocariofileno y  $\alpha$ -bisabolol). En el segundo, por su parte, se pudieron identificar 46 especies empleadas para tratar diferentes tipos de enfermedades de origen infeccioso en la comunidad de San Rafael. En este trabajo se concluyó que no existe un patrón de distribución del conocimiento sobre el uso de plantas medicinales, en cuanto al género y/o el papel que desempeña en la comunidad y también se documentó que las personas de mayor edad son las que conocen un mayor número de plantas. Adicionalmente, se calculó el índice de consenso de informantes determinando 13 categorías y con base en estos resultados se seleccionaron 16 especies para evaluar su actividad antibacteriana. La autora demostró que el 75% de las plantas presentó actividad antibacteriana, siendo *Jatropha neopauciflora* y *Juliania adstringens* las que mostraron los valores más altos; adicionalmente, se encontró que una serie de sesquiterpenos son los responsables de la actividad antibacteriana de la primera de estas especies.

Aunque otras especies de estas y otras zonas de la reserva también han sido estudiadas (Hernández et al., 2015), todavía es necesario documentar y evaluar la el uso de las plantas medicinales de otras comunidades, incluyendo Santiago Quiotepec. Considerando lo anterior, en esta investigación se realizó un estudio etnomedicinal global de esta localidad, que incluyó el listado de plantas medicinales y la evaluación de la actividad antimicrobiana de algunas de las especies utilizadas para el tratamiento de enfermedades de posible origen infeccioso.



### **3. HIPÓTESIS**

1) Los informantes de mayor edad serán quienes posean más conocimiento acerca de las plantas medicinales de Santiago Quiotepec.

2) Las especies de mayor importancia relativa (preferencia de uso) para tratar enfermedades de posible origen infeccioso, presentarán mayor efecto antimicrobiano sobre cepas de bacterias y hongos de importancia clínica.

3) Las plantas medicinales utilizadas para tratar enfermedades de posible origen infeccioso, poseen compuestos químicos con propiedades antimicrobianas.

### **4. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio de bioprospección etnodirigido de plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades de posible origen infeccioso y así proporcionar elementos para documentar la base fitoquímica del uso tradicional de las plantas medicinales de Santiago Quiotepec, Oaxaca.

#### **Objetivos Particulares**

- Determinar la identidad taxonómica de las especies medicinales de Santiago Quiotepec.
- Determinar el (los) patrones de distribución del conocimiento sobre el uso de plantas medicinales por género, edad y ocupación.
- Realizar análisis cuantitativos de los datos obtenidos en las entrevistas y seleccionar las especies de mayor importancia en la curación de enfermedades de posible origen infeccioso.
- Evaluar la actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos obtenidos de las plantas seleccionadas, mediante la determinación de las concentraciones Mínima Inhibitoria (CMI), Bactericida Mínima (CBM) y Fungicida Media (CF<sub>50</sub>).
- Seleccionar una especie vegetal para realizar el fraccionamiento biodirigido del extracto con actividad antimicrobiana.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 Estudio etnobotánico de plantas medicinales**

Los datos fueron recabados entre octubre 2016 y marzo 2017, obteniendo un total de 60 entrevistas semiestructuradas (Apéndice 9.1).

Los informantes se seleccionaron al azar, y se les pidió que proporcionaran datos personales (nombre, edad, ocupación, tiempo viviendo en la comunidad), así como los referentes al uso de plantas medicinales (nombre común, usos, partes utilizadas, disponibilidad espacial, grado de manejo, importancia y efectividad de cada especie).

También se realizaron técnicas botánicas de colecta y herborización de las especies vegetales mencionadas durante las entrevistas, para lo cual se realizaron caminatas con los informantes para localizar las plantas ubicadas dentro de la comunidad y sus alrededores. Los ejemplares se colectaron por duplicado, registrando los siguientes datos: número de colecta, fecha, localidad, altitud, coordenadas geográficas y nombre común. La identificación de las plantas se llevó a cabo en el Herbario IZTA por la Mtra. Ma. Edith López Villafranco y el Biol. Héctor Cervantes Maya.

La investigación etnobotánica concluyó cuando la curva de acumulación de especies (número de informantes vs número de especies) se mantuvo constante.

#### **5.1.1 Distribución del conocimiento**

La variación en el conocimiento de las especies medicinales respecto a la edad, el género y la ocupación de los informantes se analizó mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis, Mann-Whitney y Correlación múltiple.

### **5.1.2 Inventario de especies**

Una vez identificados los ejemplares recolectados, se analizaron los datos relacionados de cada especie (familia y nombre científico), su forma de uso, la parte utilizada y la vía de administración.

### **5.1.3 Análisis cuantitativo**

El número de especies mencionadas, los usos mencionados y el consenso de los usos se analizó mediante los índices de Importancia relativa (Friedman et al., 1986), Valor de uso (Kayani et al., 2015) e Índice de consenso de informantes (Heinrich et al., 1998) respectivamente (Apéndice 9.2).

La información derivada del estudio etnobotánico (mayor importancia relativa), así como de la revisión bibliográfica (estudios sobre actividad antibacteriana y antifúngica), se utilizó como criterio en la elección de las especies a evaluar para determinar su actividad antibacteriana y antifúngica.

## **5.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana**

### **5.2.1 Obtención de extractos**

Para la obtención de los extractos, se realizó una colecta de cada especie seleccionada. Los ejemplares recolectados, se secaron y trituraron. Se obtuvieron los extractos mediante la técnica de maceración, utilizando solventes de diferente polaridad (hexano, acetato de etilo y metanol). Los extractos se filtraron y destilaron en un rotavapor. El rendimiento de los extractos se determinó por diferencia de peso con relación al peso seco de la planta.

### **5.2.2 Evaluación de la actividad antibacteriana**

Las cepas evaluadas fueron las siguientes: *Staphylococcus aureus* (CC, ATCC 29213, 23MR, FES-C, CUSI), *Micrococcus luteus* ATCC 10240, *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228, FES-C), *Enterococcus faecalis* ATCC 14506, *Enterobacter aerogenes* ATCC 1304, *Enterobacter gergoviae* ATCC 33028,

*Escherichia coli* (82MR, CUSI), *Klebsiella oxytoca* ATCC 8724, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enterica* ATCC 7251, *S. typhi* y *Serratia marcescens* ATCC 14756.

La evaluación de la actividad antibacteriana se realizó cualitativa y cuantitativamente. Para la evaluación antibacteriana cualitativa los extractos se evaluaron sobre 19 cepas de bacterias de importancia médica, de acuerdo con el método de difusión en agar (Cole, 1994) (Apéndice 9.3), en el cual los sensidiscos se impregnaron con 2 mg del extracto a evaluar. Como control positivo se utilizaron sensidiscos impregnados con 25 µg de cloranfenicol. Como control negativo se utilizaron sensidiscos con 10 µL de cada uno de los solventes empleados.

Para la evaluación antibacteriana cuantitativa, se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Bactericida Mínima (CBM) de los extractos activos, utilizando la microtécnica de dilución en caldo (Koneman et al., 1991) (Apéndice 9.4), empleando concentraciones de 3.0 a 0.125 mg/mL de extracto.

En todos los casos los bioensayos se realizaron por triplicado.

### **5.2.3 Evaluación de la actividad antifúngica**

Las cepas evaluadas fueron las siguientes: *Candida albicans*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Fusarium sporotrichum*, *Fusarium moniliforme* y *Aspergillus niger*.

La evaluación de la actividad antifúngica se realizó cualitativa y cuantitativamente. La evaluación antifúngica cualitativa se evaluó sobre tres cepas de levaduras y cuatro cepas de hongos filamentosos de importancia médica, de acuerdo con el método de difusión en agar (levaduras) (Cole, 1994) (Apéndice 9.3) y de inhibición del crecimiento radial (filamentosos) (Wang y Bun, 2002) (Apéndice 9.5). Para esto los sensidiscos se impregnaron con 2 mg de extracto. Como control positivo se utilizaron sensidiscos impregnados con 30 µg de nistatina para levaduras y 56 µg

de ketoconazol para hongos miceliados. Como control negativo los sensidiscos fueron de 10  $\mu$ L para cada uno de los solventes empleados.

En cuanto a la evaluación antifúngica cuantitativa para levaduras, se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Bactericida Mínima (CBM) utilizando la microtécnica de dilución en caldo (Koneman et al., 1991) (Apéndice 9.4), empleando concentraciones de 3.0 a 0.125 mg/mL de extracto. Para evaluar los hongos filamentosos, se determinó la Concentración Fungicida Media (CF<sub>50</sub>) utilizando la técnica de inhibición del crecimiento radial (Wang y Bun, 2002) (Apéndice 9.6), empleando concentraciones de 2.0 a 0.125 mg/mL de cada extracto.

En todos los casos los bioensayos se realizaron por triplicado.

### **5.3 Estudio fitoquímico**

Se eligió a *Melochia tomentosa* para realizar el estudio fitoquímico, debido a que no hay reportes sobre su actividad antimicrobiana, sin embargo cuenta con estudios químicos (Apéndice 9.7). Las técnicas utilizadas se seleccionaron de acuerdo a los antecedentes reportados de la especie.

#### **5.3.1 Obtención de alcaloides y extractos de *Melochia tomentosa***

Se realizó una segunda colecta de *Melochia tomentosa*, para extraer, en medio ácido, los alcaloides (Maldoni, 1991) (Apéndice 9.8). También se extrajeron los extractos hexánico, acetato de etilo y metanólico, por medio de la técnica de maceración.

#### **5.3.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos de *Melochia tomentosa***

Los tres extractos de la segunda colecta y la fracción alcaloidea se evaluaron sobre cepas de bacterias y hongos de importancia clínica (Apéndices 9.3 a 9.6).

### **5.3.3 Efecto del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre la curva de crecimiento bacteriana**

El extracto metanólico se evaluó sobre la curva de crecimiento de *Staphylococcus aureus* (FES-C) (Kubo, 1993) (Apéndice 9.9). Se monitoreó su crecimiento en nueve tiempos durante 24 horas. *S. aureus* se expuso a diferentes concentraciones del extracto (1/2 CMI, CMI, CBM) y a un grupo testigo.

### **5.3.4 Identificación cualitativa de metabolitos secundarios presentes en los extractos de *Melochia tomentosa***

Se realizó una identificación cualitativa de los metabolitos secundarios de los extractos obtenidos de *Melochia tomentosa* (Domínguez, 1979; Wagner, 2001) (Apéndice 9.10).

### **5.3.5 Evaluación de la actividad antioxidante del extracto metanólico de *Melochia tomentosa***

Debido a que la prueba cualitativa a fenoles dio positiva, se evaluó la actividad antioxidante del extracto metanólico de *Melochia tomentosa*, utilizando el método de reducción del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH) (Okusa et al., 2007) (Apéndice 9.11). Se determinó la capacidad antioxidante 50 (CA<sub>50</sub>), utilizando las siguientes concentraciones: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 µg/mL. Como control positivo se utilizó quercetina a las mismas concentraciones que el compuesto problema. Como control negativo se utilizó metanol.

### **5.3.6 Bioautografía del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre *Staphylococcus aureus***

Se realizó una bioautografía del extracto metanólico sobre dos cepas de *Staphylococcus aureus*: ATTC 29213 y FES-C (Sánchez-García et al., 2016) (Apéndice 9.12). La fase estacionaria consistió en una cromatografía en capa fina y para la fase móvil, se utilizó acetato de etilo.

### **5.3.7 Fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico de *Melochia tomentosa***

Para el fraccionamiento del extracto metanólico, se utilizaron técnicas cromatográficas de columna y de capa fina. La fase estacionaria consistió en el uso de sílica-gel malla 70-230 (Sigma 5-2509), mientras que la fase móvil consistió en mezclas de solventes en gradientes de menor a mayor polaridad (acetato de etilo:metanol; diclorometano:metanol). Para agrupar las alícuotas se corrieron cromatofolios de sílica gel Merck (Kieselgel 60), y se revelaron con luz UV (366-254 nm) y sulfato sérico. A las fracciones obtenidas, se les evaluó la actividad antibacteriana sobre dos cepas de *Staphylococcus aureus* (ATTC 29213 y FES-C), por medio de la técnica de difusión en agar (Apéndice 9.3).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Estudio etnobotánico de plantas medicinales

#### 6.1.1 Distribución del conocimiento

Se realizaron 5 salidas (octubre 2016 a marzo 2017), en las cuales se obtuvieron 60 entrevistas. En ellas se menciona el uso de 66 especies de plantas (Figura 2).

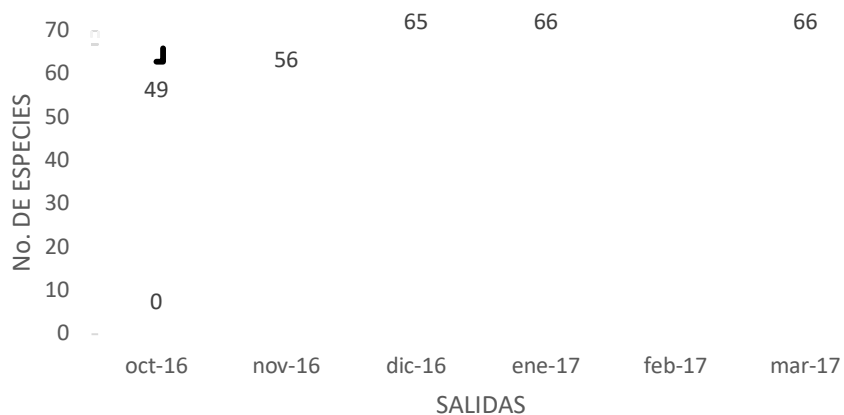


Figura 2. Curva de acumulación de las especies mencionadas por salida.

El 98% de los informantes entrevistados utilizan plantas medicinales para curar algún tipo de enfermedad. El 63% fueron mujeres y el 37% hombres. En la Figura 3 se presentan los promedios de mención de especies por género y se observa que mujeres mencionaron una mayor cantidad de especies ( $\bar{x}$ : 7.26), sin embargo, el análisis de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el número de especies mencionadas y el género.



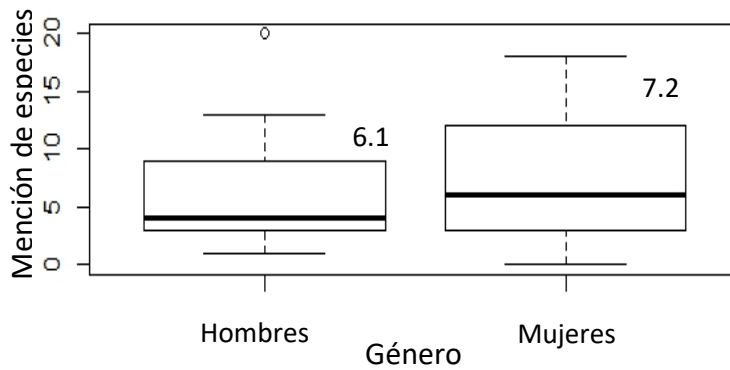


Figura 3. Promedio de mención de especies por género

En cuanto a la edad, el 13% de los informantes tiene entre 20 y 40 años, el 43.5% entre 40 y 60 años y el 43.5% de 60 años en adelante. Los informantes de más de 60 años fueron los que mencionaron una mayor número de especies ( $\bar{x}$ : 7.5). Sin embargo, el análisis de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el número de especies mencionadas y la edad (Figura 4).

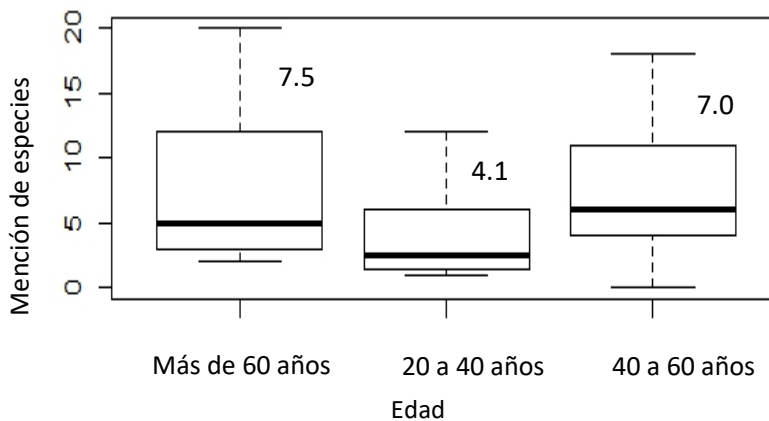


Figura 4. Promedio de mención de especies por edad.

En la Figura 5 se observa que la mayoría de los informantes son amas de casa (40%) y campesinos (33%). El resto se dedican al comercio, a la ganadería o son profesionistas (27%). Nuevamente, el análisis de Kruskal-Wallis no mostró

diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el número de especies mencionadas y la ocupación de los informantes (Figura 6).

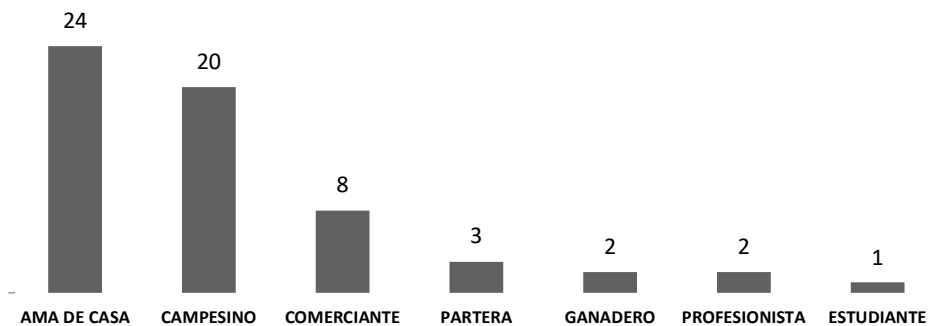


Figura 5. Número de informantes por ocupación.

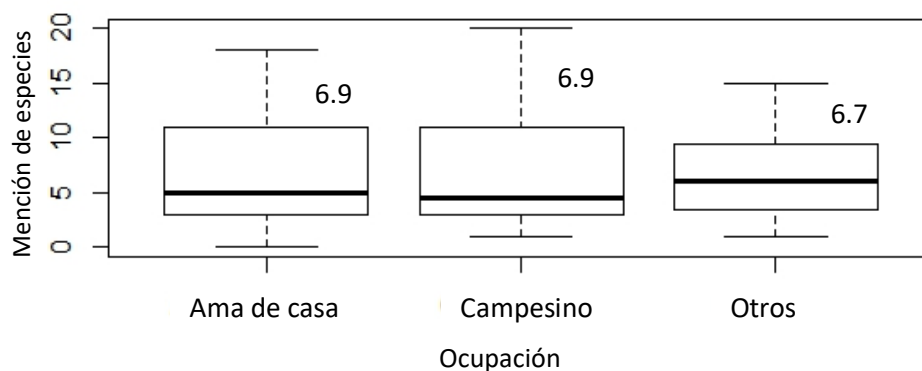


Figura 6. Promedio de mención de especies por ocupación.

En el análisis por correspondencia múltiple, se observan tres grupos. El primer grupo se compone por las mujeres, amas de casa, abarcando dos subgrupos de edades: de 20 a 40 y de 40 a 60 años, y quienes mencionaron de 6 a 10 especies. El segundo grupo se compone por hombres, campesinos, de 60 años en adelante y que mencionaron más de 10 especies. El tercer grupo se compone por aquellos informantes que mencionaron de 0 a 5 especies y cuya ocupación varía entre comerciante, ganadero, partera, profesionista y estudiante (Figura 7).

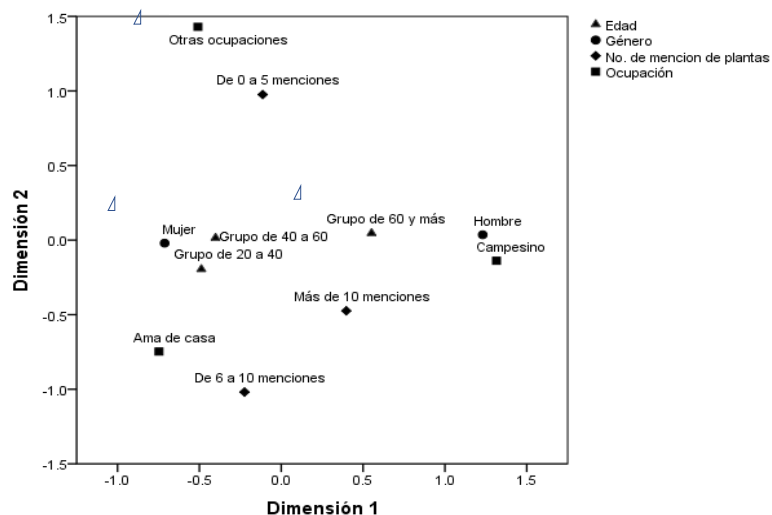


Figura 7. Análisis de correspondencia múltiple.

### 6.1.2 Inventario de Especies

En las 60 entrevistas, se mencionaron 66 especies de plantas utilizadas para el tratamiento de diferentes enfermedades (Tabla 1), las cuales pertenecen a 34 familias y 62 géneros, siendo las familias Asteraceae (12%), Fabaceae (9%), Lamiaceae (8%) y Euphorbiaceae (6%), las que presentaron mayor número de registros (Figura 8).

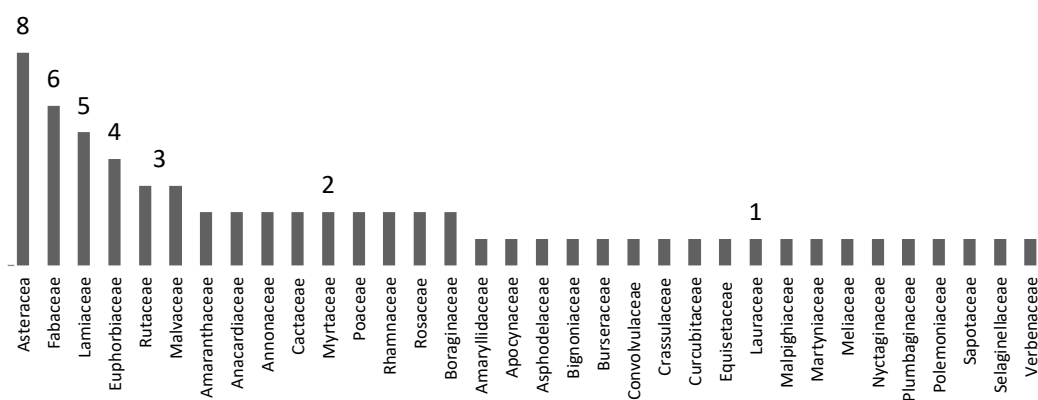


Figura 8. Número de especies agrupadas por familia.

De las 66 especies mencionadas, el 56% fueron colectadas en el monte y el 44% en los huertos familiares. La vía de administración más común es la oral (74%), seguida por la tópica (18%) y el baño (8%). Las partes de la planta más utilizadas son las hojas (40.5%), la parte aérea (25.7%), la corteza (8.1%), las semillas (6.7%), principalmente. Sin embargo también se utilizan las flores, los bulbos, los frutos y el látex (19%) (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec.

Familia, Especie	Nombre común local	Uso tradicional <sup>(1)</sup>	Manejo <sup>(2)</sup>	Parte usada	Forma de uso	Vía de administración <sup>(3)</sup>	Frecuencia mención
<b>AMARANTHACEAE</b>							
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote	PA, PV	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo o durante la molestia	O	4
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quelite	HR	S	Hojas	Infusión, se aplica caliente en la zona afectada	T	1
<b>AMARYLLIDACEAE</b>							
<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	PV, ER	C	Bulbo	Infusión, durante la molestia	O	3
<b>ANACARDIACEAE</b>							
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	Cuachalalá	PS, RI, DB, EG, DM, CT, AI HE	S	Corteza	Infusión, agua de tiempo o durante la molestia La corteza se quema y se pulveriza, se coloca en la zona afectada	O, T	38
<i>Schinus molle</i> L.	Pirul	EG	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia	O	1
<b>ANNONACEAE</b>							
<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	CT, DB	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo	O	4
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	ER DM, AI	C	Cascara del fruto Hojas	Infusión, durante la molestia (una vez al día) Emplasto con cebo, sobre la zona afectada	O, T	3
<b>APOCYNACEAE</b>							
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Venenillo	HR	S	Semillas	Se frota directamente en la zona afectada	T	1
<b>ASPHODELACEAE</b>							
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	EG, CV, GA, DB, ER HE, AI	C	Parte aérea	La pulpa se licúa y se toma en ayunas La penca se abre y se coloca en la zona afectada	O, T	23
<b>ASTERACEAE</b>							
<i>Tagetes erecta</i> L.	Flor de muerto	EG, BE	C	Flor	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O	8
<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R.Br ex Cass	Acahuite	EG, RE	S	Hojas (retoños)	Infusión, durante la molestia	O	7
<i>Jefea pringlei</i> (Greenm.) Strother	Árnica	AI, HE	S	Parte aérea Hojas	Infusión, durante la molestia Se colocan en la zona afectada	O, T	4
<i>Bidens pilosa</i> L.	Santa María	AI, MP	S	Hojas	Infusión, agua de tiempo o se da un baño después del parto	O, B	3
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo	DB	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo	O	2
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	AI, MP	S	Hojas	Infusión, agua de tiempo o se da un baño después del parto	O, B	2

Familia, Especie	Nombre común local	Uso tradicional <sup>(1)</sup>	Manejo <sup>(2)</sup>	Parte usada	Forma de uso	Vía de administración <sup>(3)</sup>	Frecuencia mención
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	EG, AI, UT, BE	C	Parte aérea	Infusión, durante la molestia	O	15
<i>Artemisia ludoviciana</i> subsp. <i>mexicana</i> (Willd. ex Spreng.) D.D. Keck	Estafiate/hierba maestra	RE	C	Hojas	Infusión, durante la molestia	O	6
<b>BIGNONIACEAE</b>							
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Tronadora	HI, EG, DB, AD	S	Hojas	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O	11
<b>BORAGINACEAE</b>							
<i>Ehretia latifolia</i> Loisel.	Topoya	RI, CT, AI, HE, EG, MP	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O, B	25
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Hierba del alacrán	PV	S	Parte aérea	Se da un baño después del parto Infusión, durante la molestia	O	10
<b>BURSERACEAE</b>							
<i>Bursera</i> sp.	Palo mulato	OD, SV	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia	O	2
<b>CACTACEAE</b>							
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	DB, GA, CT, EG, AI	C	Penca	Se licúa y se toma en ayunas	O	7
<i>Acanthocereus subinermis</i> Britton & Rose	Nopal de cruz	DB	C	Tallo	Se licua y se toma en ayunas	O	2
<b>CONVOLVULACEAE</b>							
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	Hierba de la araña	HI, PV	S	Hojas	Infusión, agua de tiempo Se coloca la hoja sobre la zona afectada	O, T	5
<b>CRASSULACEAE</b>							
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.)	Belladona	OD	C	Hojas	Infusión, durante la molestia	O	1
<b>CURCUBITACEAE</b>							
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw	Chayote	CV	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo	O	1
<b>EQUISETACEAE</b>							
<i>Equisetum hyemale</i> L.	Cola de caballo	RI	S	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo	O	15
<b>EUPHORBIACEAE</b>							
<i>Cnidioscolus tehuacanensis</i> Beckon	Mala mujer	DM, OD	S	Hojas (retoño) Látex	Se coloca en la zona afectada	T	2
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Nochebuena	CV	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo	O	2

Familia, Especie	Nombre común local	Uso tradicional <sup>(1)</sup>	Manejo <sup>(2)</sup>	Parte usada	Forma de uso	Vía de administración <sup>(3)</sup>	Frecuencia mención
<i>Jatropha neopauciflora</i> Pax	Sangre de grado	HE	S	Hojas, Látex	Se coloca sobre la zona afectada	T	2
<i>Ricinus communis</i> L.	Grilla	EG	S	Hojas	Infusión, durante la molestia	O	4
<b>FABACEAE</b>							
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Palo dulce/palo azul	EG, HI, DB, FD, AP, RI, AV	S	Corteza	Infusión, agua de tiempo	O	17
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Guaje	PA, LX	C	Semillas	Infusión, agua de tiempo	O	3
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston	Mezquite	EG, PV	S	Corteza	Infusión, durante la molestia	O	2
<i>Mimosa luisana</i> Brandege	Uña de gato	CT	S	Semillas	Infusión, agua de tiempo	O	2
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mantecoso/Palo verde	PV, DM	S	Corteza	Se calienta y se hace polvo, se aplica sobre la zona afectada o por infusión	O, T	10
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Nacastle	PV, AI	S	Corteza	Infusión, durante la molestia	O	5
<b>LAMIACEAE</b>							
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	Hoja de la Martina	EG, AP	S	Hojas y frutos	Infusión, durante la molestia	O	2
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Marrubio	FE, PL	S	Hojas	Infusión, durante la molestia	O	2
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	MP	C	Hojas	Se da un baño después del parto	B	1
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena	EG, RE	C	Parte aérea	Infusión, durante la molestia	O	12
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albaca	CV, LI	C	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo Se sacuden las ramas en la zona afectada	O	10
<b>LAURACEAE</b>							
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	AI, EG, MP, LA	C	Hojas	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo Baño después del parto	O, B	13
<b>MALPIGHIACEAE</b>							
<i>Echinopterys eglandulosa</i> (A. Juss.) Small	Mal de ojo	OF	S	Flores	Infusión, se lava el ojo por ocho días	T	1
<b>MALVACEAE</b>							
<i>Waltheria indica</i> L.	Cenizo	EG, DB	S	Toda la planta	Infusión, agua de tiempo	O	3
<i>Sida ciliaris</i> L.	Abrojo	RI	S	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo	O	2
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Tapacola	EG	S	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo	O	2

Familia, Especie	Nombre común local	Uso tradicional <sup>(1)</sup>	Manejo <sup>(2)</sup>	Parte usada	Forma de uso	Vía de administración <sup>(3)</sup>	Frecuencia mención
<b>MARTYNIACEAE</b>							
<i>Martynia annua</i> L.	Torito	CT	S	Semillas	Infusión, agua de tiempo	O	1
<b>MELIACEAE</b>							
<i>Cedrela oaxacensis</i> C. DC. Rose	Cedro	CT, CV, AI, DM, PS	S	Corteza	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O	14
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	ER	C	Hojas	Infusión, durante la molestia (una vez al día)	O	3
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	EG, BE, ER	C	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo o durante la molestia	O	11
<b>NYCTAGINACEAE</b>							
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Bugambilia	ER	C	Flor	Infusión, durante la molestia (por las noches)	O	11
<b>PLUMBAGINACEAE</b>							
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss	Hierba del negrito	CO	S	Hojas	Directo en la zona afectada	T	1
<b>POACEAE</b>							
<i>Zea mays</i> L.	Pelo de elote	RI	C	Pelo	Infusión, agua de tiempo	O	2
<i>Arundo donax</i> L.	Carrizo	EG, MP	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia	O	2
<b>POLEMONIACEAE</b>							
<i>Loeselia purpusii</i> Brandege	Espinosillo	ER	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O	3
<b>RHAMNACEAE</b>							
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	Cholulo	CO	S	Fruto	Emplasto, se mezcla con agua	T	1
<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd ex Schult.	Hoja de venado	AI	S	Hoja	Se coloca en la zona afectada	T	1
<b>ROSACEAE</b>							
<i>Crataegus mexicana</i> Mot & Sess, ex DC.	Tejocote	ER	C	Fruto	Infusión, durante la molestia	O	2
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	CV	C	Hojas	Infusión, agua de tiempo	O	1
<b>RUTACEAE</b>							
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	CV, EG LI	C	Parte aérea	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo Se sacuden las ramas en la zona afectada	O	12
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	ER, MP	C	Hojas, cáscara del fruto	Infusión, durante la molestia o en baño después del parto	O, B	5



Familia, Especie	Nombre común local	Uso tradicional <sup>(1)</sup>	Manejo <sup>(2)</sup>	Parte usada	Forma de uso	Vía de administración <sup>(3)</sup>	Frecuencia mención
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón	AP, AX, DB, EG	C	Parte aérea	Infusión, agua de tiempo o durante la molestia	O	8
<b>SAPOTACEAE</b>							
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chicozapote	PF	C	Hojas, semillas	Infusión, agua de tiempo	O	1
<b>SELAGINELLACEAE</b>							
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook & Grev.) Spring	Siempreviva	EG, RI, AI	S	Hojas	Infusión, durante la molestia o agua de tiempo	O	13
<b>VERBENACEAE</b>							
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Orégano de monte	BE, EG, AI	S	Parte aérea	Infusión, durante la molestia (una vez al día)	O	16

(1): AD: antidepresivo; AI: inflamatorias; AP: aperitivo; AV: abortiva; AX: ansiolítico; BE: Cruda; CO: comezón; CT: cáncer/ tumor; CV: cardiovasculares; DB: diabetes; DM: dolor esqueleto-muscular; EG: gastrointestinales; ER: respiratorias; FD: fertilidad; FE: fiebre; GA: gastritis; HE: heridas, cortaduras, quemaduras; HI: hígado; HR: hemorroides; LA: lactancia; LI: limpiar aire; LX: laxante; MP: después del parto; OD: odontológico; OF: oftalmológico; PA: antiparasitaria; PF: parálisis facial; PL: paludismo; PS: purificar sangre; PV: piquetes; RE: reflujo/ enlechadura; RI: riñón; SV: sarampión/ viruela; UT: útero/ menstruación.

(2): S: silvestre; C: cultivado.

(3): O: oral; T: tópico, B: baño.

Las especies que obtuvieron mayor frecuencia de mención fueron *Amphiterygium adstringens*, *Ehretia latifolia* y *Aloe vera* (Figura 9), mientras que las que se utilizan para curar un mayor número de enfermedades son *Amphiterygium adstringens*, *Aloe vera*, *Eysenhardtia polystachya* y *Ehretia latifolia* (Figura 10).

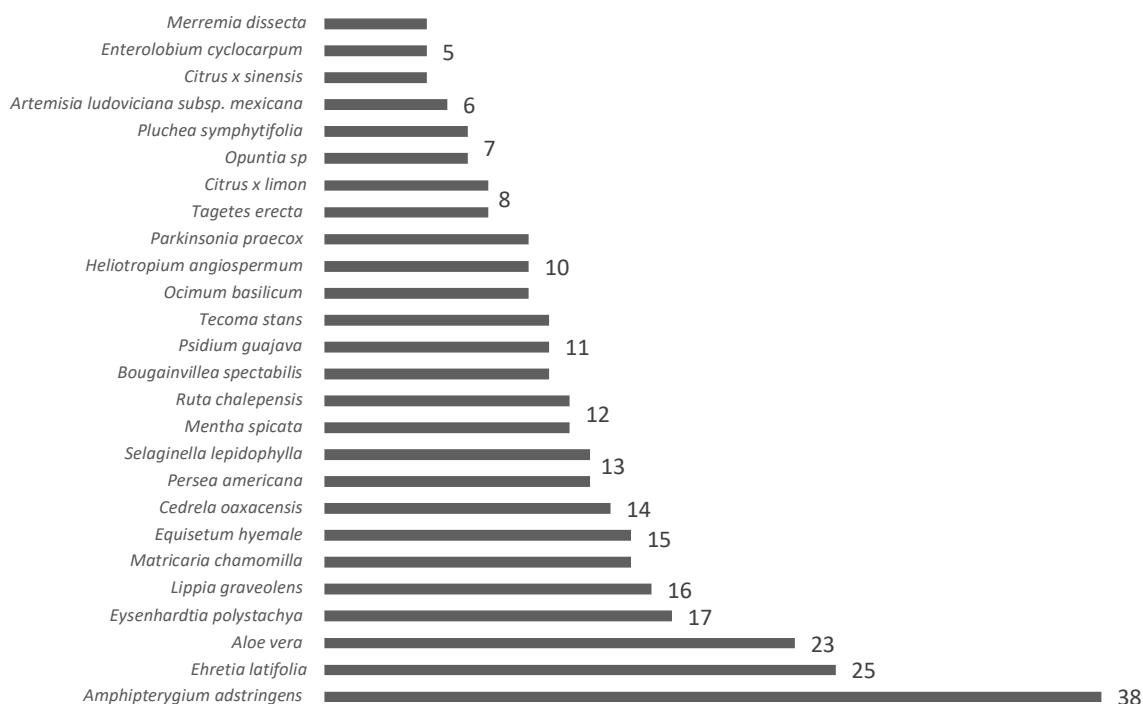


Figura 9. Especies con mayor frecuencia de mención.

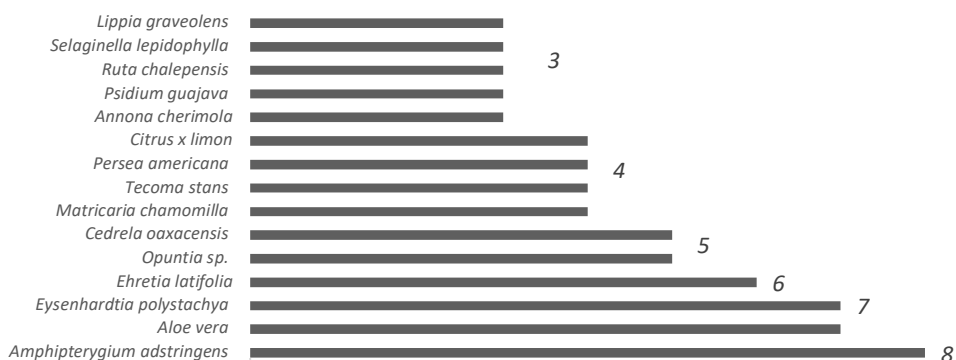


Figura 10. Número de enfermedades a tratar por especie.

Se mencionaron un total de 34 enfermedades que la gente cura con plantas, entre las más comunes se encontraron las del sistema gastrointestinal con un 16% (dolor de estómago, diarrea, cólico estomacal, vómito), inflamatorias 10% (golpes externos e internos), diabetes 7% y enfermedades del sistema respiratorio 6% (tos, gripa). Sin embargo, las plantas también se utilizan para tratar el cáncer, enfermedades cardiovasculares, dolores musculares, heridas, picaduras por insectos y problemas odontológicos (61%) (Figura 11). En Santiago Quioitepec, el 74% de las plantas reportadas, se utilizan para tratar algún tipo de enfermedad de origen infeccioso (enfermedades gastrointestinales, inflamatorias, gastritis, respiratorias, ginecológicas, riñón, hígado, dermatológicas, heridas y quemaduras, odontológicas, gastritis, fiebre y oftalmológicas).

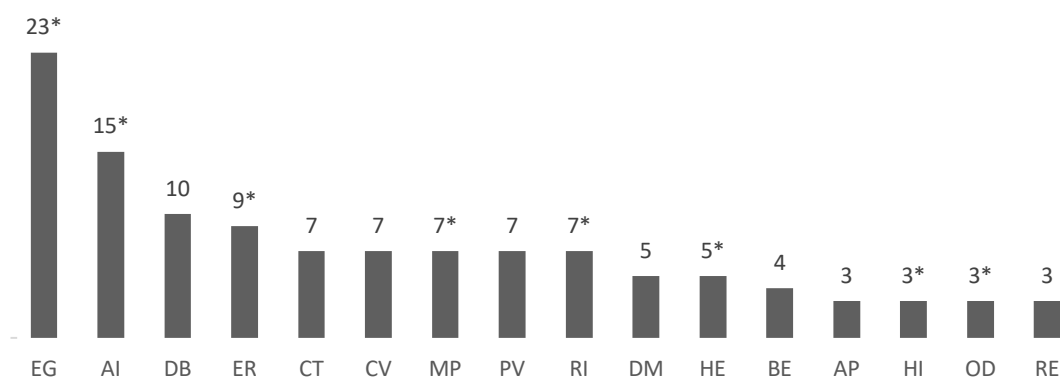


Figura 11. Número de especies para tratar enfermedades

EG: gastrointestinales; AI: Inflamatorias; DB: diabetes; ER: respiratorias; CT: cáncer/ tumor; CV: cardiovasculares; MP: después del parto; PV: piquetes; RI: riñón; DM: dolor esqueleto-muscular; HE: heridas, cortaduras, quemadas; BE: cruda; AP: aperitivo; HI: hígado; OD: odontológico; RE: reflujo/ enlechadura.\*: enfermedades con posible origen infeccioso

### 6.1.3. Análisis cuantitativo

#### Importancia Relativa (FL)

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la Importancia Relativa (FL) de las plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec. Las especies con los valores más elevados son *Amphipterygium adstringens* (63.33%), *Ehretia latifolia* (41.67%) y *Aloe vera* (38.33%).

Tabla 2. Importancia Relativa y Valor de Uso de las plantas medicinales utilizadas en Santiago Quiotepec.

Familia, Especie	Nombre común local	Frecuencia mención	FL (%)	VU
<b>AMARANTHACEAE</b>				
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote	4	6.67	0.03
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quelite	1	1.67	0.02
<b>AMARYLLIDACEAE</b>				
<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	3	5.00	0.03
<b>ANACARDIACEAE</b>				
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	Cuachalalá	38	63.33	0.13
<i>Schinus molle</i> L.	Pirul	1	1.67	0.02
<b>ANNONACEAE</b>				
<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	4	6.67	0.03
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	3	5.00	0.05
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Venenillo	1	1.67	0.02
<b>ASPHODELACEAE</b>				
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	23	38.33	0.12
<b>ASTERACEAE</b>				
<i>Tagetes erecta</i> L.	Flor de muerto	8	13.33	0.03
<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R.Br ex Cass	Acahuite	7	11.67	0.03
<i>Jefea pringlei</i> (Greenm.) Strother	Árnica	4	6.67	0.03
<i>Bidens pilosa</i> L.	Santa María	3	5.00	0.03
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo	2	3.33	0.02
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	2	3.33	0.03
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	15	25.00	0.07
<i>Artemisia ludoviciana</i> subsp. <i>mexicana</i> (Willd. ex Spreng.) D.D. Keck	Estafiate/hierba maestra	6	10.00	0.02

<b>Familia, Especie</b>	<b>Nombre común local</b>	<b>Frecuencia mención</b>	<b>FL (%)</b>	<b>VU</b>
<b>BIGNONIACEAE</b>				
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Tronadora	11	18.33	0.07
<b>BORAGINACEAE</b>				
<i>Ehretia latifolia</i> Loisel.	Topoya	25	41.67	0.10
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Hierba del alacrán	10	16.67	0.02
<b>BURSERACEAE</b>				
<i>Bursera</i> sp.	Palo mulato	2	3.33	0.03
<b>CACTACEAE</b>				
<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	7	11.67	0.08
<i>Acanthocereus subinermis</i> Britton & Rose	Nopal de cruz	2	3.33	0.02
<b>CONVOLVULACEAE</b>				
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	Hierba de la araña	5	8.33	0.03
<b>CRASSULACEAE</b>				
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.)	Belladona	1	1.67	0.02
<b>CURCUBITACEAE</b>				
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw	Chayote	1	1.67	0.02
<b>EQUISETACEAE</b>				
<i>Equisetum hyemale</i> L.	Cola de caballo	15	25.00	0.02
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
<i>Cnidoscolus tehuacanensis</i> Beckon	Mala mujer	2	3.33	0.03
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Nochebuena	2	3.33	0.02
<i>Jatropha neopauciflora</i> Pax	Sangre de grado	2	3.33	0.02
<i>Ricinus communis</i> L.	Grilla	4	6.67	0.02
<b>FABACEAE</b>				
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Palo dulce/ palo azul	17	28.33	0.12
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Guaje	3	5.00	0.03
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston	Mezquite	2	3.33	0.03
<i>Mimosa luisana</i> Brandege	Uña de gato	2	3.33	0.02
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mantecoso/Palo verde	10	16.67	0.03
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Nacastle	5	8.33	0.03
<b>LAMIACEAE</b>				
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	Hoja de la Martina	2	3.33	0.03
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Marrubio	2	3.33	0.03
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	1	1.67	0.02
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena	12	20.00	0.03
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albaca	10	16.67	0.03

<b>Familia, Especie</b>	<b>Nombre común local</b>	<b>Frecuencia mención</b>	<b>FL (%)</b>	<b>VU</b>
<b>LAURACEAE</b>				
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	13	21.67	0.07
<b>MALPIGHIACEAE</b>				
<i>Echinopterys eglandulosa</i> (A. Juss.) Small	Mal de ojo	1	1.67	0.02
<b>MALVACEAE</b>				
<i>Waltheria indica</i> L.	Cenizo	3	5.00	0.03
<i>Sida ciliaris</i> L.	Abrojo	2	3.33	0.02
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Tapacola	2	3.33	0.02
<b>MARTYNIACEAE</b>				
<i>Martynia annua</i> L.	Torito	1	1.67	0.02
<b>MELIACEAE</b>				
<i>Cedrela oaxacensis</i> C.DC. Rose	Cedro	14	23.33	0.08
<b>MYRTACEAE</b>				
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	3	5.00	0.02
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	11	18.33	0.05
<b>NYCTAGINACEAE</b>				
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Bugambilia	11	18.33	0.02
<b>PLUMBAGINACEAE</b>				
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss	Hierba del negrito	1	1.67	0.02
<b>POACEAE</b>				
<i>Zea mays</i> L.	Pelo de elote	2	3.33	0.02
<i>Arundo donax</i> L.	Carrizo	2	3.33	0.03
<b>POLEMONIACEAE</b>				
<i>Loeselia purpusii</i> Brandegee	Espinosillo	3	5.00	0.02
<b>RHAMNACEAE</b>				
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	Cholulo	1	1.67	0.02
<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd ex Schult.	Hoja de venado	1	1.67	0.02
<b>ROSACEAE</b>				
<i>Crataegus mexicana</i> Mot & Sess, ex DC.	Tejocote	2	3.33	0.02
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	1	1.67	0.02
<b>RUTACEAE</b>				
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	12	20.00	0.05
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	5	8.33	0.03
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón	8	13.33	0.07
<b>SAPOTACEAE</b>				
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chicozapote	1	1.67	0.02
<b>SELAGINELLACEAE</b>				
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook & Grev.) Spring	Siempreviva	13	21.67	0.05

Familia, Especie	Nombre común local	Frecuencia mención	FL (%)	VU
<b>VERBENACEAE</b>				
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Orégano de monte	16	26.67	0.05

FL: Frecuencia relativa; VU: Valor de uso

### Valor de uso (VU)

Este valor determina las especies que tienen más informes de uso indicados, por los informantes locales. En éste caso los valores oscilan entre 0.02 y 0.13, siendo las especies con más reportes de uso *Amphipterygium adstringens* (VU= 0.13), *Aloe vera* y *Eysenhardtia polystachya* (VU= 0.12) (Tabla 2).

### Factor de Consenso de Informantes (FCI)

Las 34 enfermedades reportadas, se agruparon en 23 categorías (11 con posible origen infeccioso) para calcular el Factor de Consenso de Informantes (FCI) de las afecciones más comúnmente reportadas (Figura 12). La categoría con mayor FCI fue la gastritis (FCI= 0.90) siendo la especie responsable de éste consenso alto *Aloe vera* ya que obtuvo 10 de las 11 menciones. Para la categoría de enfermedades del sistema urinario (FCI= 0.88), la especie más importante es *Equisetum hyemale* con 15 de las 50 menciones. Para la categoría de heridas y quemaduras (FCI= 0.85), la especie con mayor número de menciones es *Amphipterygium adstringens* con 10 de las 28 menciones. Con respecto a la categoría de enfermedades gastrointestinales (FCI= 0.81), las especies más importantes fueron *Matricaria chamomilla* y *Lippia graveolens*, con 14 y 15 menciones respectivamente de un total de 121.

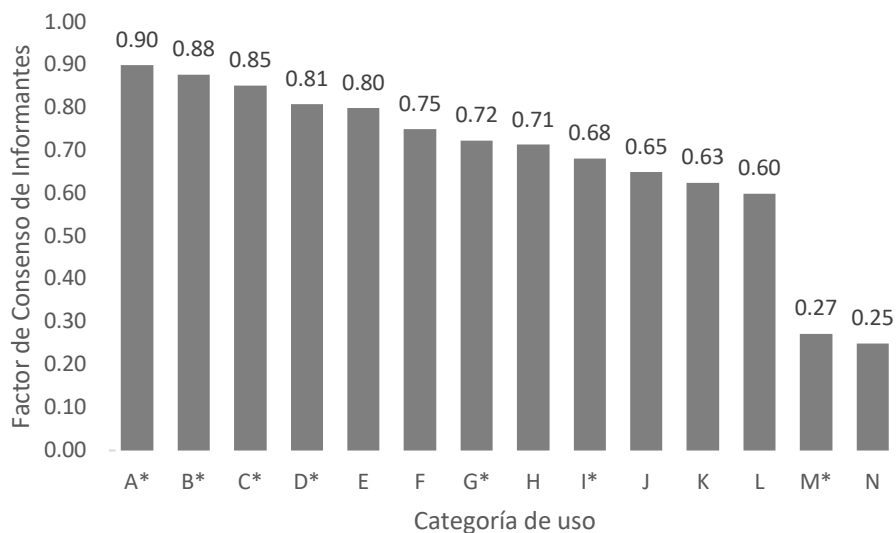


Figura 12. Factor de Consenso de Informantes

(A) Gastritis; (B) Sistema urinario; (C) Heridas y quemaduras; (D) Gastrointestinales; (E) Piquetes; (F) Hepáticas; (G) Respiratorias; (H) Antiparasitarias; (I) Antiinflamatorias; (J) Enfermedades culturales; (K) Diabetes; (L) Cáncer/Tumores; (M) Ginecológicas/andrógenas; (N) Cardiovasculares.\*: enfermedades con posible origen infeccioso

## 6.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana

De cada una de las especies mencionadas en las entrevistas, se realizó una revisión bibliográfica, a partir de la cual se obtuvieron los datos botánicos y reportes actuales sobre sus actividades biológicas, haciendo especial énfasis en la actividad antimicrobiana. Se seleccionaron 15 especies para realizar la evaluación de la actividad antimicrobiana. Estas se seleccionaron ya que son las que se utilizan en Santiago Quiotepec para tratar enfermedades de posible origen infeccioso y que además, no existen estudios previos sobre dicha actividad (Tabla 3).



Tabla 3. Especies para evaluar la actividad antimicrobiana

Familia, Especie	Nombre común local	Uso	Frecuencia mención	VU	FL (%)
<i>Ehretia latifolia</i>	Topoya	RI, AI, HE, EG, MP	25	0.1	41.67
<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	AI	14	0.08	23.33
<i>Neurolaena lobata</i>	Acahuite	EG	7	0.03	11.67
<i>Merremia dissecta</i>	Hierba de la araña	HI	5	0.03	8.33
<i>Jefea pringlei</i>	Árnica	AI, HE	4	0.03	6.67
<i>Bidens pilosa</i>	Santa María	AI, MP	3	0.03	5
<i>Waltheria indica</i>	Cenizo	EG	3	0.03	5
<i>Loeselia purpusii</i>	Espinosillo	ER	3	0.02	5
<i>Sida ciliaris</i>	Abrojo	RI	2	0.02	3.33
<i>Melochia tomentosa</i>	Tapacola	EG	2	0.02	3.33
<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	ER	2	0.02	3.33
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	Mal de ojo	OF	1	0.02	1.67
<i>Plumbago pulchella</i>	Hierba del negrito	CO	1	0.02	1.67
<i>Ziziphus amole</i>	Cholulo	CO	1	0.02	1.67
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Hoja de venado	AI	1	0.02	1.67

AI: inflamatorias; CO: comezón; EG: gastrointestinales; ER: respiratorias; HE: heridas, cortaduras, quemaduras; HI: hígado; MP: después del parto; OF: oftalmológico; RI: riñón; VU: Valor de uso; FL: frecuencia relativa.

### 6.2.1 Obtención de extractos

En la Tabla 4 se muestran los datos de colecta de las 15 especies a evaluar. Se obtuvo el extracto hexánico, de acetato de etilo y metanólico de cada una de las especies y los rendimientos se muestran en la Tabla 5. En ellos, se observa que en la mayoría, el rendimiento más alto se obtuvo en el extracto metanólico. Únicamente, en los extractos hexánico de *Waltheria indica* y de acetato de etilo de *Cedrela oaxacensis* se obtuvo mayor rendimiento.

Tabla 4. Datos de colecta

Especie	Fecha de colecta	Zona de colecta	No. Colecta
<i>Bidens pilosa</i>	01-jul-17	Teotitlan, Oaxaca	JOM039
<i>Cedrela oaxacensis</i>	01-jul-17	San Juan Coyula, Oaxaca	JOM019
<i>Crataegus mexicana</i>	01-jul-17	San Rafael, Puebla	JOM048
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	01-jul-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM042
<i>Ehretia latifolia</i>	27-may-17	San Juan Los Cues, Oaxaca	JOM002
<i>Jefea pringlei</i>	27-may-17	Tilapa, Puebla	JOM036
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	02-jul-17	Acatepec, Puebla	JOM047
<i>Loeselia purpusii</i>	01-jul-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM041
<i>Melochia tomentosa</i>	01-jul-17	Quiotepec, Oaxaca	JOM025
<i>Merremia dissecta</i>	01-jul-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM024
<i>Neurolaena lobata</i>	01-jul-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM037
<i>Plumbago pulchella</i>	01-jul-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM046
<i>Sida ciliaris</i>	01-jul-17	San Rafael, Puebla	JOM040
<i>Waltheria indica</i>	27-may-17	Santiago Quiotepec, Oaxaca	JOM030
<i>Ziziphus mole</i>	30-jun-17	San Rafael, Puebla	JOM023

Tabla 5. Rendimiento de los extractos

Familia	Especie	Parte colectada	Peso seco (g)	Hexánico		Acetato de etilo		Metanólico	
				g	%	g	%	g	%
Asteraceae	<i>Jefea pringlei</i>	Parte aérea	135.2	4.59	3.39	2.70	2.00	9.34	<b>6.91</b>
	<i>Neurolaena lobata</i>	Hojas	33	0.74	2.24	0.90	2.72	1.74	<b>5.26</b>
	<i>Bidens pilosa</i>	Parte aérea	29.64	1.49	5.03	0.71	2.40	2.89	<b>9.75</b>
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	Parte aérea	138	1.49	1.08	1.09	0.79	4.51	<b>3.27</b>
Convolvulaceae	<i>Merremia dissecta</i>	Hojas	13.26	0.20	1.51	0.13	0.98	3.00	<b>22.62</b>
Malpighiaceae	<i>Echinopterys eglandulosa</i>	Parte aérea	100	1.09	1.09	1.66	1.66	6.30	<b>6.30</b>
Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i>	Parte aérea	94.5	0.51	0.54	0.87	0.92	6.20	<b>6.56</b>
	<i>Waltheria indica</i>	Parte aérea	100	0.94	<b>0.94</b>	0.61	0.61	0.28	0.28
	<i>Sida ciliaris</i>	Parte aérea	53.7	1.16	2.16	0.57	1.06	4.37	<b>8.14</b>
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Corteza	31.08	0.56	1.80	1.26	<b>4.05</b>	0.33	1.06
Plumbaginaceae	<i>Plumbago pulchella</i>	Hojas	29.7	0.26	0.86	0.56	1.90	3.41	<b>11.48</b>
Polemoniaceae	<i>Loeselia purpusii</i>	Parte aérea	18.4	0.14	0.74	0.56	3.02	1.28	<b>6.96</b>
Rhamnaceae	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Hojas	26.04	0.36	1.38	0.13	0.50	1.63	<b>6.26</b>
	<i>Ziziphus mole</i>	Fruto	86.96	0.44	0.51	0.32	0.37	15.46	<b>17.78</b>
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	Fruto	74.36	0.32	0.43	0.88	1.18	15.89	<b>21.37</b>

### 6.2.2 Evaluación de la actividad antibacteriana.

Los tres extractos (hexánico, acetato de etilo y metanólico) de cada especie se evaluaron sobre cepas bacterianas de importancia médica (Tabla 6). Los extractos de *Cedrela oaxacensis* y *Merremia dissecta* no presentaron actividad sobre ninguna cepa bacteriana evaluada. El extracto hexánico de *Plumbago pulchella* fue el más activo al inhibir 13 de las 19 cepas evaluadas (Gram positivas y negativas). El extracto metanólico de *Melochia tomentosa* inhibió a 7 de las 19 cepas evaluadas (principalmente bacterias Gram positivas). En cuanto a la CMI, los valores más bajos se presentaron en el extracto hexánico de *Plumbago pulchella* que presentó valores de 0.25 mg/mL en cepas de *Staphylococcus aureus* (23MR, ATCC 29213) y *S. epidermidis* (ATCC 12228). Similarmente el extracto hexánico de *Echinopterys eglandulosa* presentó una CMI de 0.25 mg/mL sobre *Pseudomonas aeruginosa*.

Tabla 6. Halos de inhibición y CMI de los extractos de las especies evaluadas sobre cepas bacterianas

Especie	Extracto	<i>S.a</i> <sup>(1)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(2)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(3)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(4)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(5)</sup>	<i>S.e</i> <sup>(6)</sup>	<i>S.e</i> <sup>(7)</sup>	<i>M.l</i>	<i>E.f</i>	<i>E.c</i> <sup>(5)</sup>	<i>E.c</i> <sup>(8)</sup>	<i>K.o</i>	<i>K.p</i>	<i>S.en</i>	<i>S.t</i>	<i>P.a</i>	<i>S.m</i>
Cloranfenicol	25µg	16.3±0.5	22.3±0.5	22.3±0.5	20.0±0.0	22.3±0.5	18.0±0.8	19.0±0.0	32.0±0.0	16.0±0.8	23.0±0.0	22.6±0.5	20.6±0.5	27.0±0.0	19.3±0.47	20.0±0.0	10.0±0.5	16.0±0.8
	CMI(µg)	2.0	4.0	7.0	8.0	7.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0
<i>Jefea pringlei</i>	M	6.0±0.0	na	na	na	na	na	na	7.6±0.6	6.0±0.0	6.0±0.0	na	6.0±0.0	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI	>3.0							>3.0	>3.0	>3.0		>3.0	>3.0				
<i>Ehretia latifolia</i>	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
<i>Melochia tomentosa</i>	M	na	6.0±0	na	na	na	na	na	na	6.0±0	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI		>3.0							>3.0				>3.0				
	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													3.0				
<i>Plumbago pulchella</i>	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
	M	14.6±0.6	11.6±0.6	13.6±0.6	na	na	13.0±1.0	12.0±1.7	16.0±1.0	9.6±1.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	CMI	>3.0	1.5	>3.0			>3.0	>3.0	1.0	>3.0								
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	H	<b>23.5±0.7</b>	<b>21.0±0.0</b>	<b>17.0±0.0</b>	<b>6.5±0.7</b>	na	<b>27.5±2.1</b>	<b>22.0±1.4</b>	<b>19.5±3.5</b>	<b>16.5±0.7</b>	<b>7.5±0.7</b>	<b>6.0±0.0</b>	<b>16.5±2.1</b>	na	<b>8.0±1.4</b>	<b>10.5±0.7</b>	na	na
	CMI	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>		<b>0.25</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	na	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>		
	AC	na	na	15.5±0.7	na	na	na	24±4.2	15±0	12.5±2.1	6.5±0.7	6.0±0.0	14.5±0.7	na	na	11.5±0.7	na	na
	CMI			0.5				2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0			2.0		
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	M	9.0±0.0	10.0±1.4	8.0±1.4	na	na	9.0±0.0	na	na	7.3±1.7	na	na	na	6±0	na	na	na	na
	CMI	3.0	3.0	3.0			>3.0			>3.0				>3.0				
	H	7.0±1.0	na	8.0±1.0	8.3±1.15	na	na	na	na	na	na	na	na	7.3±0.6	na	na	10.0±0.0	na
	CMI	>3.0		>3.0	>3.0									>3.0			0.25	
<i>Waltheria indica</i>	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	7.0±0.0	na	na	6.0±0.0	na
	CMI													>3.0			>3.0	
	M	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	7.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
<i>Waltheria indica</i>	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
<i>Waltheria indica</i>	M	8.3±0.6	7.3±0.6	7.7±0.6	na	na	7.6±1.1	6.0±0.0	na	7.7±0.6	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI	>3.0	>3.0	>3.0			>3.0	>3.0		>3.0				>3.0				

Especie	Extracto	S.a <sup>(1)</sup>	S.a <sup>(2)</sup>	S.a <sup>(3)</sup>	S.a <sup>(4)</sup>	S.a <sup>(5)</sup>	S.e <sup>(6)</sup>	S.e <sup>(7)</sup>	M.l	E.f	E.c <sup>(5)</sup>	E.c <sup>(8)</sup>	K.o	K.p	S.en	S.t	P.a	S.m
<i>Sida ciliaris</i>	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
	AC	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI						>3.0							>3.0				
	M	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
<i>Loeselia purpusii</i>	CMI													>3.0				
	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na
	CMI													>3.0				
<i>Neurolaena lobata</i>	M	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	na	na	na
	CMI												>3.0	>3.0	>3.0			
	H	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	7.3±0.6	na	na	6.0±0.0	na
	CMI													>3.0			>3.0	
	AC	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	6.6±0.6	na	na	6.6±0.6	na
<i>Ziziphus amole</i>	CMI													>3.0			>3.0	
	M	na	na	6.0±0.0	6.0±0.0	na	na	na	6.0±0.0	na	na	6.0±0.0	na	na	6.0±0.0	na	6.0±0.0	6.0±0.0
	CMI													>3.0			>3.0	
	H	na	15.0±0.0	na	16.0±0.1	8.3±0.1	na	na	na	na	na	na	na	na	6.0±0.0	na	6.0±0.0	na
	CMI		>3.0		>3.0	>3.0									>3.0		>3.0	
<i>Crataegus mexicana</i>	AC	na	na	na	15.0±0.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	CMI				>3.0													
	M	na	na	6.0±0.0	6.0±0.0	na	na	na	6.0±0.0	na	na	6.0±0.0	na	na	6.0±0.0	na	6.0±0.0	6.0±0.0
	CMI				>3.0				>3.0			>3.0			>3.0		>3.0	>3.0
	H	na	12.0±0.0	na	10.0±0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
<i>Bidens pilosa</i>	CMI		>3.0		>3.0													
	M	6.0±0.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	CMI	>3.0																
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	AC	na	10.0±0.0	6.0±0.0	15.0±0.0	10.0±0.0	8.0±0.0	10.0±0.0	na	na	na	8.0±0.0	na	na	na	na	na	na
	CMI		1.0	1.5	0.75	0.5	0.75	1.5				1.5						
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	H	na	na	na	15.0±0.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	CMI				>3.0													
	AC	na	na	na	15.0±0.0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	CMI				>3.0													
	M	na	6.0±0.0	na	6.0±0.0	6.0±0.0	na	na	na	6.0±0.0	na	na	na	na	na	na	na	na
CMI		>3.0		>3.0	>3.0				>3.0									

Halos de inhibición en mm. H: Hexánico, AC: Acetato de etilo, M: Metanólico, CMI: Concentración Mínima Inhibitoria (mg/mL); S.a: *Staphylococcus aureus*, S.e: *Staphylococcus epidermidis*, M.l: *Micrococcus luteus*, E.f: *Enterococcus faecalis*, E.c: *Escherichia coli*, K.o: *Klebsiella oxytoca*, K.p: *Klebsiella pneumoniae*, S.en: *Salmonella enterica*, S.t: *Salmonella typhi*, P.a: *Pseudomona aeruginosa*, S.m: *Serratia marcescens*; <sup>(1)</sup>: cc, <sup>(2)</sup>: FES-C, <sup>(3)</sup>: 23MR, <sup>(4)</sup>: ATCC 29213, <sup>(5)</sup>: CUSI, <sup>(6)</sup>: ATCC 12228, <sup>(7)</sup>: FES-C, <sup>(8)</sup>: 82MR.

En las Figuras 13 y 14 se muestran los halos de inhibición por tipo de extracto (hexánico, acetato de etilo y metanólico) y por tipo de bacteria (Gram positiva y Gram negativa) respectivamente. Se observa que en ambos casos las medias son similares. Así mismo, se muestra que los extractos hexánicos y las bacterias Gram positivas fueron las que presentaron mayores halos de inhibición. Sin embargo, el análisis estadístico (ANOVA) no mostró diferencias significativas.

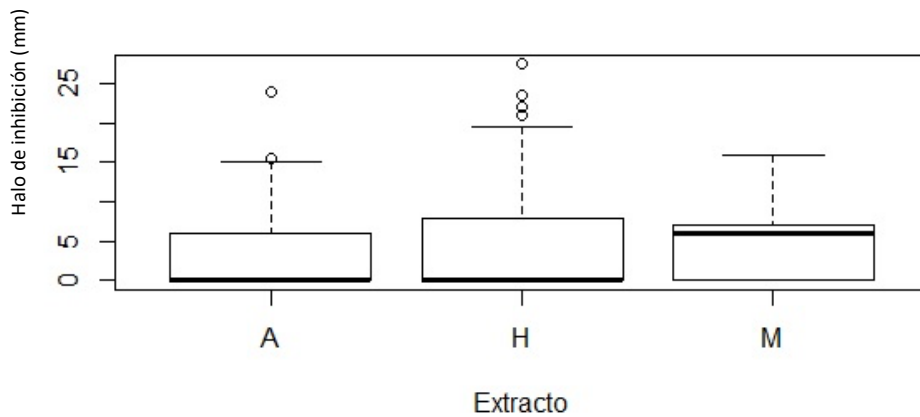


Figura 13. Halos de inhibición por tipo de extracto (A: acetato de etilo, H: hexánico, M: metanólico)

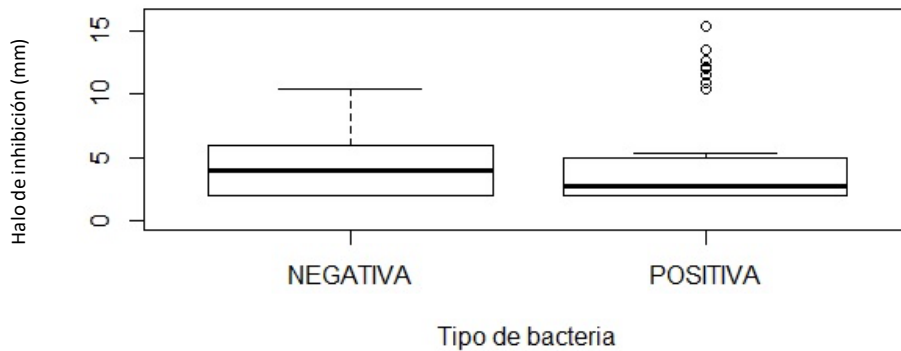


Figura 14. Halos de inhibición por tipo de bacteria (Gram)

### 6.2.3 Evaluación de la actividad antifúngica

La actividad antifúngica de los extractos se determinó en cepas de hongos levaduriformes y filamentosos. En la Tabla 7 se muestran los halos de inhibición y la CMI de los extractos activos sobre las tres cepas de levaduras, observando que el extracto hexánico de *Bidens pilosa* presentó el mayor halo de inhibición ( $26.5 \pm 0.7$  sobre *Candida albicans*). Sin embargo el extracto hexánico de *Plumbago pulchella* presentó el menor valor de CMI sobre *C. albicans* (CMI: 1.0 mg/mL). *C. albicans* fue la cepa más sensible ya que 13 extractos inhibieron su crecimiento, en comparación con *C. glabrata* y *C. tropicalis*, las cuales solamente cuatro inhibieron su crecimiento. Los extractos hexánico y acetato de etilo de *Plumbago pulchella*, metanólico de *Ziziphus amole* y hexánico de *Bidens pilosa* fueron los que presentaron actividad sobre las tres cepas evaluadas. Los extractos de *Echinopterys eglandulosa*, *Sida ciliaris*, *Loeselia purpusii*, *Waltheria indica*, *Neurolaena lobata* y *Ehretia latifolia* no presentaron actividad sobre cepas levaduriformes.

En cuanto a la actividad de los extractos sobre los hongos filamentosos, se observa que únicamente el extracto metanólico de *Ziziphus amole* presentó actividad sobre las tres cepas de hongos, siendo *Fusarium moniliforme* la más sensible, presentando una  $CF_{50}$  de 0.20 mg/mL. Sin embargo *Fusarium sporotrichum* presentó mayor sensibilidad al extracto de acetato de etilo de *Bidens pilosa* ya que a una concentración de 0.10 mg/mL se inhibe el 50% de su crecimiento (Tabla 8). Los extractos de *Ehretia latifolia* y de *Echinopterys eglandulosa* no presentaron actividad sobre ninguna cepa evaluada.

Tabla 7. Halos de inhibición y CMI de los extractos sobre cepas de hongos levaduriformes.

<b>Especie</b>	<b>Extracto</b>	<b>C.a</b>	<b>C.g</b>	<b>C.t</b>
Nistatina	30 µg	30.0±0.8	22.0±0.0	20.3±0.5
<i>Plumbago pulchella</i>	CMI	11	8	9
	H	18.0±2.6	14.0±0.6	13.0±0.6
	CMI	1	2	2
<i>Jefea pringlei</i>	AC	14.0±0.7	10.0±0.6	10.0±0.6
	CMI	2	3	2
	AC	9.0±1.0	na	na
<i>Melochia tomentosa</i>	CMI	>3		
	M	6.0±0.0	na	na
	AC	7.0±0.0	na	na
<i>Ziziphus amole</i>	CMI	>3		
	H	11.7±1.5	na	na
	AC	15.3±0.6	na	na
<i>Crataegus mexicana</i>	CMI	>3		
	M	8.3±1.1	8.3±0.6	8.3±0.6
	H	11.0±1.0	na	na
<i>Bidens pilosa</i>	CMI	>3	>3	>3
	AC	15.0±0.0	na	na
	H	26.5±0.7	7.5±0.7	7.0±0.0
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	CMI	>3		
	M	10.0±0.0	na	na
	AC	11.0±0.1	na	na
<i>Merremia dissecta</i>	CMI	>3		
	M	6.3±0.6	na	na
	H	11.3±0.6	na	na
<i>Cedrela oaxacensis</i>	CMI	>3		
	M	13.3±1.1	na	na
	AC	11.3±0.6	na	na
	CMI	>3		
	M	11.3±0.6	na	na
	AC	12.0±1.0	na	na

Halos de inhibición en mm. H: Hexánico, AC: Acetato de etilo, M: Metanólico, CMI: Concentración Mínima Inhibitoria (mg/mL); C.a: *Candida albicans*, C.g: *Candida glabrata*, C. t: *Candida tropicalis*.



Tabla 8. CF<sub>50</sub> de los extractos sobre cepas de hongos filamentosos.

Especie	Extracto	A.n	F.m	F.s	T.m
Ketoconazol	56 µg	672.0	0.2	0.1	0.1
<i>Plumbago pulchella</i>	H	A	A	na	na
	AC	A	A	na	na
	M	0.82	A	na	na
<i>Waltheria indica</i>	AC	1.32	na	na	na
	M	1.21	na	na	na
<i>Sida ciliaris</i>	H	3.02	na	4.72	na
	AC	Na	na	>5	na
	M	2.64	na	na	>5
<i>Loeselia purpusii</i>	M	2.03*	2.02*	na	na
<i>Neurolaena lobata</i>	H	1.54	na	Na	na
	AC	2.12	na	Na	na
	M	0.96	na	Na	na
<i>Jefea pringlei</i>	H	na	na	>5	na
<i>Melochia tomentosa</i>	H	A	na	A	na
	M	na	na	>5	na
<i>Ziziphus amole</i>	H	na	na	A	na
	AC	1.10	A	na	na
	M	0.43	0.20	0.49	1.47
<i>Crataegus mexicana</i>	H	na	na	A	na
	AC	>5	na	>5	>5
	M	na	na	>5	>5
<i>Bidens pilosa</i>	H	>5	na	na	na
	AC	3.64	na	0.10	na
	M	>5	na	na	Na
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	H	na	A	na	A
	AC	na	na	na	A
	M	na	>5	>5	>5
<i>Merremia dissecta</i>	H	na	A	na	A
	AC	na	na	>5	A
	M	>5	na	na	A
<i>Cedrela oaxacensis</i>	H	na	na	1.17*	na
	AC	na	na	na	3.41
	M	1.70	na	>5	1.75

CF<sub>50</sub> en mg/mL. \*Se calculó la CF<sub>25</sub>. A: activo. H: Hexánico, AC: Acetato de etilo, M: Metanólico. A.n: *Aspergillus niger*; F.m: *Fusarium moniliforme*; F.s: *Fusarium sporotrichum*; T.m: *Trichophyton mentagrophytes*.

### 6.3 Estudio Fitoquímico

Se seleccionó a *Melochia tomentosa* para realizar el análisis fitoquímico. En la tabla 9 se resume la actividad antibacteriana y antifúngica de la especie.

Tabla 9. Actividad antimicrobiana de los extractos de *Melochia tomentosa*.

	Hexánico	Acetato de etilo	Metanólico
Bacterias	<i>K. p</i>	CMI: 3.00	CMI: 3.00
	<i>S. a</i> <sup>(1)</sup>		CMI: >3.00
	<i>S. a</i> <sup>(2)</sup>		CMI: 1.50
	<i>S. a</i> <sup>(3)</sup>		CMI: >3.00
	<i>S. e</i> <sup>(4)</sup>		CMI: >3.00
	<i>S. e</i> <sup>(2)e</sup>		CMI: >3.00
	<i>M. l</i>		CMI: 1.00
	<i>E. f</i>		CMI: >3.00
Hongos	<i>C. a</i>	CMI: >3.00	CMI: >3.00
	<i>A. n</i>	A	
	<i>F. s</i>	A	CF <sub>50</sub> : >5.00

CMI (mg/mL); *S.a*: *Staphylococcus aureus*, *S.e*: *Staphylococcus epidermidis*, *M.l*: *Micrococcus luteus*, *E.f*: *Enterococcus faecalis*; <sup>(1)</sup>: cc, <sup>(2)</sup>: FES-C, <sup>(3)</sup>: ATCC 29213, <sup>(4)</sup>:CUSI; *C.a*: *Candida albicans*, CF<sub>50</sub> en mg/mL. A: activo. *A.n*: *Aspergillus niger*; *F.s*: *F. sporotrichum*.

#### 6.3.1 Obtención de alcaloides y extractos de *Melochia tomentosa*

Debido a los reportes sobre la presencia de alcaloides en la parte aérea y en las raíces de *Melochia tomentosa* (Kapadia et al., 1978; 1980; Kapadia y Shukla, 1993), se realizó una segunda colecta de esta especie para extraer en medio ácido los alcaloides, y los extractos hexánico, acetato de etilo y metanólico. Los rendimientos de dichos extractos se presentan en la Tabla 10, haciendo una comparación con los extractos de la primera colecta (evaluación de la actividad antimicrobiana), observando que en ambos casos los extractos metanólicos son los de mayor rendimiento.

Tabla 10. Rendimiento de los extractos de *Melochia tomentosa*

	Parte colectada	Peso seco (g)	Hexánico		Acetato de etilo		Metanólico	
			g	%	g	%	g	%
<b>Colecta 1</b> <b>1-julio-17</b>	Parte aérea	94.5	0.51	0.54	0.87	0.92	6.20	6.56
<b>Colecta 2</b> <b>1-septiembre-18</b>	Parte aérea	998	2.16	0.22	3.05	0.30	38.9	3.9

De la extracción de alcaloides en el medio ácido se obtuvieron 0.7656 gr de la fracción alcaloidea y se le realizaron pruebas de Dragendorff y Mayer dando un precipitado blanco y anaranjado respectivamente.

### 6.3.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos de *Melochia tomentosa*

Los tres extractos de la segunda colecta y la fracción alcaloidea se evaluaron sobre cepas de bacterias y hongos, obteniendo que únicamente el extracto metanólico presentó actividad antibacteriana sobre *Staphylococcus aureus* y *Micrococcus luteus*. En lo que respecta al extracto hexánico y acetato de etilo presentaron actividad antifúngica sobre *Aspergillus niger*. En cuanto a la CMI los valores más bajos se presentaron sobre *S. aureus* (FES-C) y *M. luteus* (Tabla 11).

Tabla 11. Actividad antimicrobiana de los extractos de la segunda colecta de *Melochia tomentosa*

	Hexánico	Acetato de etilo	Metanólico	CMI/CF <sub>50</sub>
<i>S. a</i> <sup>(1)</sup>			6±0	1.50
<i>S. a</i> <sup>(2)</sup>			6±0	>3.00
<i>S. a</i> <sup>(3)</sup>			6±0	>3.00
<i>M. l</i>			6±0	1.50
<i>A.n</i>	A	A		>5.00

Halos de inhibición (mm). *S.a*: *Staphylococcus aureus*, *M.l*: *Micrococcus luteus*, <sup>(1)</sup>: FES-C, <sup>(2)</sup>: ATCC 29213, <sup>(3)</sup>: CUSI; A: activo. *A.n*: *Aspergillus niger*. CMI/CF<sub>50</sub> (mg/mL)

### 6.3.3 Efecto del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre la curva de crecimiento bacteriana

El extracto metanólico se evaluó sobre la curva de crecimiento de *Staphylococcus aureus* (FES-C). En la Figura 15 se observa que las concentraciones de ½CMI, CMI y CBM del extracto, tienen un efecto bacteriostático sobre esta especie.

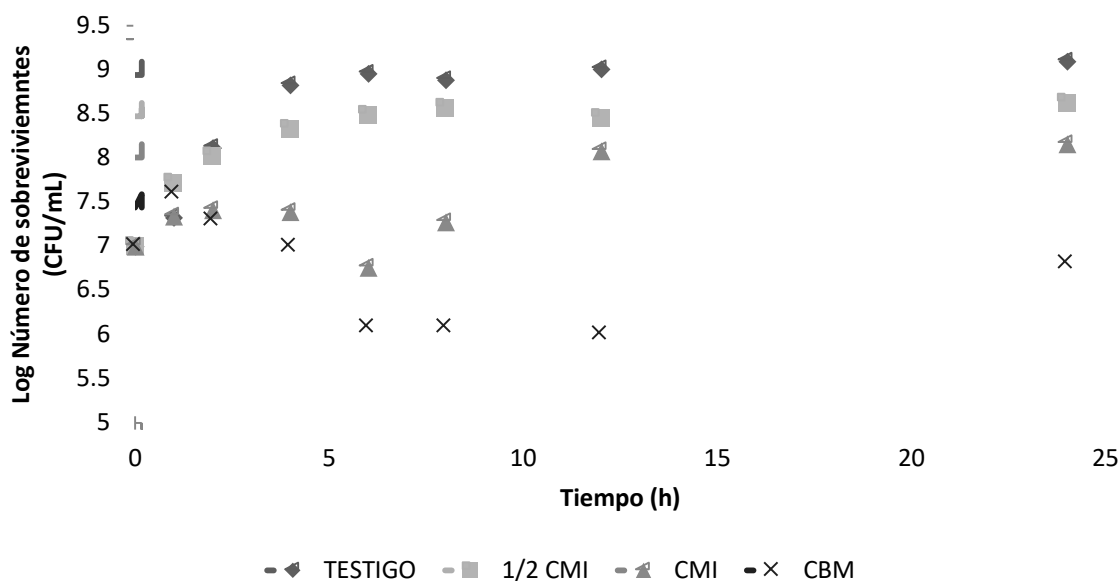


Figura 15. Efecto del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre la curva de crecimiento de *Staphylococcus aureus*. ½CMI: 0.75 mg/mL; CMI: 1.5 mg/mL; CBM: 2 mg/mL

### 6.3.4 Identificación cualitativa de metabolitos secundarios presentes en los extractos de *Melochia tomentosa*

Se realizó una identificación cualitativa de los metabolitos secundarios de los extractos obtenidos de la primera y segunda colecta (Tabla 12). Se encontró la presencia de fenoles, glucósidos, flavonoides, esteroides, monoterpenos y alcaloides en los extractos metanólicos.

Tabla 12. Identificación cualitativa de metabolitos secundarios en los extractos de *Melochia tomentosa*

	Extracto	Fenoles	Glucósidos	Saponinas	Flavonoides	Esteroides	Monoterpenos	Alcaloides
<b>Colecta 1</b>	A	-	P	-	P	-	-	-
<b>1-julio-17</b>	M	P	P	-	P	P	P	P
<b>Colecta 2</b>	H	-	-	-	-	-	P	P
<b>1-septiembre-18</b>	A	-	-	-	-	-	P	P
	M	P	P	-	P	P	P	P

P: presente; -: no presente


### 6.3.5 Evaluación de la actividad antioxidante del extracto metanólico de *Melochia tomentosa*

Debido a la presencia de compuestos fenólicos en el extracto metanólico de *Melochia tomentosa*, se decidió evaluar la actividad antioxidante de este. El extracto metanólico obtuvo una  $CA_{50}$  de 7.15  $\mu\text{g/mL}$ . La quercetina (control positivo) mostró una  $CA_{50}$  de 4.6  $\mu\text{g/mL}$ .

### 6.3.6 Bioautografía del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre *Staphylococcus aureus*

Se realizó una bioautografía del extracto metanólico sobre dos cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213 y FES-C), observando que la mayoría de las bandas reveladas bajo luz UV (366 nm) presentan actividad antibacteriana (Tabla 13).

Tabla 13. Autobiografía del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* sobre *Staphylococcus aureus*.

		<i>S. aureus</i> ATCC29213	<i>S. aureus</i> FES-C
	6	A	A
	5	A	A
	4	A	-
	3	-	A
	2	A	A
	1	A	A

A: activo; -: no activo

### 6.3.7 Fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico de *Melochia tomentosa*

A partir de 29.5 grs de extracto metanólico de *Melochia tomentosa*, se realizó una cromatografía en columna de sílica gel. La fase móvil consistió en mezclas de acetato de etilo y metanol en orden creciente de polaridad. Se obtuvieron 51 alícuotas de 500 a 1000 mL, las cuales se agruparon en 14 fracciones mediante cromatografías en capa fina. El rendimiento de cada fracción se muestra en la Tabla 14. Se evaluó la actividad antibacteriana de cada fracción sobre *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213 y FES-C), por medio de la técnica de difusión en agar, obteniendo que las fracciones 3, 4, 7, 11 y 12 fueron activas en ambas cepas y las fracciones 5, 9 y 13 fueron activas sobre *S. aureus* ATCC 29213 (Tabla 14).

Se realizó una cromatografía en capa fina de las fracciones activas, observando que todas presentan una mezcla compleja de compuestos, siendo la fracción tres en la que se observó una mejor separación de los compuestos.

Tabla 14. Rendimiento y actividad antibacteriana de las fracciones del extracto metanólico  
*Melochia tomentosa*

Fracción	Rendimiento (gr)	<i>S. aureus</i> ATCC29213	<i>S. aureus</i> FES-C
1	1.086	-	-
2	0.9133	-	-
<b>3</b>	<b>1.41</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
4	0.2385	A	A
5	0.5115	A	-
6	0.4472	-	-
7	0.2276	A	A
8	0.2605	-	-
9	3.1249	A	-
10	0.6407	-	-
11	5.7965	A	A
12	8.7169	A	A
13	7.7186	A	-
14	4.1094	-	-

*S. aureus*: *Staphylococcus aureus*; A: activo; -: no activo

Se realizó una cromatografía en columna de sílica gel de la fracción tres (1.4 gr). La fase móvil consistió en mezclas de diclorometano y metanol en orden creciente de polaridad. Se obtuvieron 30 alícuotas de 100 mL y se agruparon en 13 fracciones mediante cromatografía en capa fina. Se evaluó la actividad antibacteriana de cada fracción sobre *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213 y FES-C) observado que las fracciones 7, 8 y 9 fueron activas en ambas cepas de *S. aureus* (Tabla 15).

Tabla 15. Rendimiento y actividad antibacteriana de la fracción 3

Fracción	Rendimiento (mg)	<i>S. aureus</i> ATCC29213	<i>S. aureus</i> FES-C
1	28.6	-	-
2	2.4	-	-
3	6.7	-	-
4	7.1	-	-
5	7.1	-	-
6	36.1	-	-
7	85.9	A	A
<b>8</b>	<b>136.3</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
9	26.1	A	A
10	9.9	-	-
11	3.5	-	-
12	17	-	-
13	47	-	-

*S. aureus*: *Staphylococcus aureus*; A: activo; -: no activo

Se realizó una cromatografía en capa fina de las tres fracciones activas (Figura 16), observando en el revelado con luz UV (366 nm) que las fracciones tienen una mezcla de compuestos.

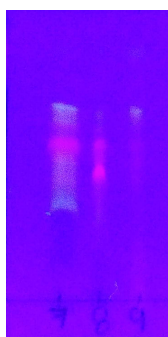


Figura 16. Cromatografía en capa fina de las fracciones activas y revelada bajo luz UV (366 nm)



Debido al bajo rendimiento de las fracciones (Tabla 15), se realizaron pruebas cualitativas de identificación de metabolitos secundarios en la fracción 8, debido a que fue la fracción de mayor rendimiento (136.3 mg). Las pruebas fueron positivas a la presencia de fenoles, glucósidos y flavonoides.

## **7 DISCUSIÓN**

### **7.1 Estudio etnobotánico de plantas medicinales**

#### **Distribución del conocimiento de plantas medicinales**

De los 60 informantes el 98% utiliza plantas medicinales. Las pruebas estadísticas no arrojan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la distribución del conocimiento de las plantas medicinales por la comunidad. Esto indica que el número de plantas conocidas en Santiago Quiotepec no está relacionado con el género, la edad o la ocupación. Esto difiere de lo mencionado por Hernández et al., 2003, quienes reportan que el conocimiento sobre el uso de plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales en Zapotitlán de las Salinas, está dirigido principalmente al género (mujeres), la edad (de 60 a 90 años) y la ocupación (curanderos y amas de casa). Sin embargo, Canales et al., 2005 concluyó que no existe un patrón de distribución del conocimiento (en San Rafael), en relación con el uso de plantas medicinales para tratar enfermedades de posible origen infeccioso, en cuanto al género y la ocupación. Con respecto a la edad, se pudo observar que las personas de mayor edad conocen un mayor número de plantas, sin embargo, no se mostraron diferencias significativas con los estadísticos utilizados, lo cual coincide a lo encontrado en el presente trabajo.

Santiago Quiotepec es una comunidad conformada por 217 habitantes, de los cuales 109 son hombres y 108 son mujeres (INEGI, 2010), indicando que es una población equilibrada en cuanto al género. En cuanto a la ocupación, los hombres se dedican principalmente a la agricultura y ganadería y las mujeres en su mayoría son amas de casa. Tanto los hombres como las mujeres tienen el mismo conocimiento sobre el uso de plantas medicinales, ya que los primeros al salir al campo utilizan las plantas que se encuentran a su alrededor para curar alguna afección, y ellos son los que proveen de éstas plantas a sus familias, ya que conocen en donde se ubican y como son las plantas. Las mujeres no salen al campo por lo que generalmente obtienen las plantas de los huertos. En la comunidad solamente se encuentran tres parteras, las cuales desde hace 25 años no ejercen

ésta profesión debido a que construyeron un centro de salud y las mujeres prefieren parir ahí, por lo que, ya no recuerdan muy bien las plantas que utilizaban. En cuanto a la relación existente entre el conocimiento y la edad, se encontró que algunos niños de primaria (7-10 años) tenían conocimiento sobre el uso de plantas medicinales, ya que en la escuela las maestras se han encargado de transmitir esta información. Sin embargo, en la mayor parte de las entrevistas los informantes mencionaron que el uso de plantas medicinales ha disminuido desde la existencia del centro de salud. Esto se debe a que la gente prefiere tomar los medicamentos, aunque estos sean de un precio elevado, debido a que es más cómodo y algunas de las especies que eran comunes en la zona ya son más complicadas de conseguir, como en el caso de *Equisetum hyemale* y *Eysenhardtia polystachya* principalmente.

En el estudio etnobotánico realizado en Santiago Quiotepec por Pérez-Negrón y Casas en el 2007, reportan el uso de 88 especies de plantas medicinales, sin embargo, en el presente trabajo únicamente se reportan el 47% (41 especies) de éstas especies. No obstante, se reportan 27 especies que no se mencionaron en el estudio citado. Esto puede ser debido al intercambio de información en cuanto al uso de plantas que tiene los pobladores con otras comunidades cercanas, principalmente con Cuicatlán, ya que en varias ocasiones los informantes mencionaron que muchas de las plantas utilizadas en los huertos fueron compradas ahí. Además, el centro de salud disminuyó el uso de plantas medicinales, por lo que la gente ya no recuerda muchas de las especies que se utilizaban con anterioridad.

### **Inventario de especies y análisis cuantitativo**

Se mencionaron 66 especies medicinales en las 60 entrevistas realizadas, las cuales pertenecen a 34 familias y 62 géneros. En la figura 8 se observa que la familia Asteraceae es la que tuvo un mayor número de especies mencionadas (12%), seguida por la familia Fabaceae (9%), Lamiaceae (8%) y Euphorbiaceae (6%). La familia Asteraceae ocupa un lugar predominante en la flora de México, con sus 3,057 especies se ubica como la familia más diversa, representando alrededor de

13.5% de la riqueza florística total del país. Esta familia a su vez registra poco más de la mitad de sus especies como endémicas de México (Villaseñor, 2003; 2016). También es una familia importante en la farmacopea mexicana debido al gran número de especies disponibles en el país y a la amplia gama de productos naturales presentes (lactonas sesquiterpénicas, monoterpenos, alcaloides, poliacetilenos y varios compuestos fenólicos) (Sharma et al., 2017). Por otra parte, las familias Fabaceae, Lamiaceae y Euphorbiaceae, se encuentran entre las diez primeras familias más diversas de plantas vasculares de México (Villaseñor, 2016).

La especie que tiene una mayor frecuencia de mención (Figura 9) y por lo tanto una alta importancia relativa (Tabla 2) es *Amphipterygium adstringens*, esto sugiere que ésta especie ya fue sometida a una selección por la gente a través del tiempo, por lo tanto, la probabilidad de que sea efectiva es mayor (Friedman et al., 1986). Ésta especie también presentó un mayor valor de uso (Figura 10, Tabla 2). *A. adstringens* es una especie endémica de México, la corteza se utiliza para tratar más de 40 diferentes enfermedades, incluyendo cáncer de estómago, gastritis y úlceras gástricas. Es una de las plantas medicinales más comercializadas del sureste de Puebla y de la Ciudad de México (Rosas-Acevedo et al., 2011). Se han evaluado varias actividades biológicas de *A. adstringens* y se han identificado en algunos casos los metabolitos secundarios responsables de dichas actividades, tales como ácidos anacárdicos que presentan actividad antimicrobiana (Rodríguez-García et al., 2010), antiulcerosa (Rosas-Acevedo et al., 2011), antiinflamatoria (Oviedo-Chávez et al., 2004), antiproliferativa (Rodríguez-Canales et al., 2016), anti-*Helicobacter pylori* (Castillo-Juárez et al., 2007), gastroprotectivo (Arrieta et al., 2003); así como fenoles y flavonoides con actividad antioxidante (Rodríguez-Canales et al., 2016).

En la Figura 11 se observa que de las 34 enfermedades que se mencionaron, las más comunes son las del sistema gastrointestinal con un 16% (dolor de estómago, diarrea, cólico estomacal, vómito). Las enfermedades gastrointestinales son una de las primeras causas de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo. Se considera un problema de salud pública que

afecta a personas de cualquier edad y condición social, aunque los grupos más vulnerables son los niños y los ancianos. Son causadas por bacterias (principalmente *Escherichia*, *Salmonella* y *Shigella*), parásitos (*Giardia lamblia* y amibiasis) y virus (Rotavirus y virus Norwalk) (Hernández et al., 2011).

En Santiago Quiotepec, el 74% de las plantas reportadas, se utilizan para tratar algún tipo de enfermedad de origen infeccioso (enfermedades gastrointestinales, inflamatorias, respiratorias, ginecológicas, del riñón, heridas y quemaduras, odontológicas, gastritis, fiebre y oftalmológicas). El FCI muestra que la afección más reportada es la gastritis (FCI= 0.90), seguida por enfermedades del sistema urinario (FCI= 0.88), heridas y quemaduras (FCI= 0.85) y enfermedades gastrointestinales (FCI= 0.81) (Figura 12), todas causadas o con participación de microorganismos. En México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), las enfermedades infecciosas son una importante causa de morbilidad y mortalidad ya que son responsables de más del 20% de las muertes en zonas rurales (INEGI, 2004).

Aunque se han realizado progresos significativos en la investigación microbiológica y en el control de enfermedades causadas por organismos infecciosos, existe la problemática del surgimiento de bacterias resistentes a fármacos, así como la aparición de nuevas cepas patógenas, lo cual exige el descubrimiento de nuevos fármacos o nuevas alternativas como lo son las plantas medicinales (Harvey et al., 2015; Sharma et al., 2017).

## **7.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana**

Se eligieron 15 especies para evaluar la actividad antibacteriana y antifúngica. Estas especies no tienen estudios previos sobre su actividad antimicrobiana y además se utilizan para tratar enfermedades de posible origen infeccioso en la comunidad de Santiago Quiotepec.

Las plantas medicinales que tuvieron una mayor importancia relativa (FL) fueron *Ehretia latifolia* (41.67%), *Cedrela oaxacensis* (23.33%) y *Neurolaena lobata*

(11.67%) (Tabla 3). Siguiendo con la hipótesis de que las especies de mayor FL para tratar enfermedades de posible origen infeccioso, presentarán mayor efecto antimicrobiano, por lo que, se esperaba que las tres especies mencionadas presentaran buena actividad sobre las cepas de bacterias y hongos, sin embargo se observa en los resultados que, *Cedrela oaxacensis* presentó únicamente actividad antifúngica con valores altos de CMI y  $CF_{50}$ , *Ehretia latifolia* presentó actividad antibacteriana con valores altos de CMI y *Neurolaena lobata* presentó actividad sobre dos cepas de bacterias Gram negativas y sobre *Aspergillus niger*.

Cabe destacar que todas las especies evaluadas presentaron actividad antimicrobiana. Destacando la actividad de cinco especies, las cuales, sus extractos presentaron una baja CMI o  $CF_{50}$ : *Bidens pilosa* (FL: 5%), *Melochia tomentosa* (FL: 3.33%), *Plumbago pulchella* (FL: 1.67%), *Ziziphus amole* (FL: 1.67%) y *Echinopterys eglandulosa* (FL: 1.67%). Estas especies tienen una FL baja, por lo que son muy poco conocidas en la comunidad y la gente casi no las utiliza.

Por otro lado, las 15 especies se evaluaron sobre cepas de bacterias y hongos, encontrándose mayor inhibición en *Staphylococcus aureus* (Gram positiva), *Klebsiella pneumoniae* (Gram negativa), *Candida albicans* (levadura) y *Aspergillus niger* (hongo filamentoso). En cuanto a la sensibilidad de las bacterias a los extractos se observó que los extractos hexánicos de *Plumbago pulchella* y *Echinopterys eglandulosa* obtuvieron una CMI baja sobre *S. aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, respectivamente. Lo que permite explicar que los extractos hexánicos presentaran mayores halos de inhibición (Figura 13). Aunque hay que tomar en cuenta que el tamaño de la zona de inhibición no refleja la actividad antimicrobiana de un compuesto, ya que ésta es afectada por la solubilidad de los compuestos, el grosor de la capa de agar, entre otros factores (Kim et al., 1995).

Aún es necesario realizar investigaciones desde el punto de vista químico farmacológico de las plantas, enfocándose al estudio de nuevos principios activos o moléculas prototipo para el desarrollo de compuestos farmacológicamente activos, más selectivos y eficaces.

### 7.3 Estudio fitoquímico de *Melochia tomentosa*

Para el análisis fitoquímico se eligió a *Melochia tomentosa*. De esta especie no hay reportes sobre su actividad antimicrobiana, sin embargo, se ha comprobado que la parte aérea y las raíces poseen actividad tumorigénica en rata (O´Gara et al., 1974), siendo responsables de dicha actividad varios tipos de alcaloides (Kapadia et al., 1978; 1980; Kapadia y Shukla, 1993) y cumarinas (Shukla et al., 1976; Kapadia et al., 1977).

Este hallazgo es importante ya que los alcaloides son metabolitos secundarios principalmente involucrados en la defensa de las plantas contra herbívoros y patógenos. En general, los alcaloides son extremadamente tóxicos en el ser humano, afectando principalmente el sistema nervioso, particularmente la acción de transmisores químicos como la acetilcolina, epinefrina, noradrenalina, ácido gama aminobutírico, la dopamina y la serotonina (Roy, 2017). Sin embargo, los alcaloides reportados previamente, presentes en *M. tomentosa* no presentaron actividad antimicrobiana.

*Melochia tomentosa* se utiliza en Santiago Quiotepec para tratar enfermedades gastrointestinales. Una de las cepas que causa estas enfermedades es *Staphylococcus aureus*. El extracto metanólico de *M. tomentosa* fue activo sobre *S. aureus* (Tabla 11). También es importante considerar que este microorganismo es causa de infecciones nosocomiales, estas enfermedades pueden conducir a una morbilidad y mortalidad sustanciales, así como a altos costos de atención médica. La importancia de *S. aureus* como patógeno humano, además de su capacidad para causar una amplia gama de infecciones, es su extraordinario potencial para desarrollar resistencia a los antimicrobianos (Schito,2006). Por lo que encontrar alternativas naturales que actúen sobre cepas resistentes de *S. aureus* es gran importancia. Por tanto, que el extracto metanólico y las fracciones activas hayan presentado actividad sobre una cepa de *S. aureus* aislado de un caso clínico (FES-C) es de gran reelevancia.

El extracto metanólico de *M. tomentosa* presentó un efecto bacteriostático sobre *S. aureus* (FES-C) (Figura 15). La gente de Santiago Quiotepec, utiliza la infusión de la parte aérea de *M. tomentosa* como agua de tiempo, se puede asumir que al consumir el té durante todo el día, permite alcanzar las concentraciones necesarias para eliminar la bacteria.

Las plantas poseen una serie de compuestos que son responsables de la actividad antimicrobiana. Con la finalidad de conocer los compuestos activos de *M. tomentosa*, se realizó un fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico. Sin embargo, debido al bajo rendimiento de las fracciones obtenidas en la cromatografía en columna, únicamente se realizaron pruebas cualitativas de identificación de metabolitos secundarios en la fracción 8, en donde se encontró la presencia de fenoles, glucósidos y favonoides.

En lo que respecta a los fenoles, estos son compuestos químicos importantes por su actividad antioxidante (Rice-Evans et al., 1997). El extracto metanólico presentó buena actividad antioxidante ( $CA_{50}$ : 7.15  $\mu\text{g/mL}$ ). La propiedad antioxidante es importante ya que pueden controlar las especies reactivas de oxígeno implicadas en varias enfermedades (Kumari y Kakkar, 2008).

Es importante seguir aislando los compuestos activos de *M. tomentosa*, debido a que en los últimos años, el número de microorganismos resistentes ha aumentado drásticamente, por lo que es una necesidad el descubrir nuevos agentes antimicrobianos.



## 8 CONCLUSIONES

- Se entrevistaron a 60 informantes de la comunidad de Santiago Quiotepec, que mencionaron a 66 especies de plantas medicinales.
- El 98% de los informantes utilizan las plantas medicinales para curar algún tipo de enfermedad.
- No hay un patrón de distribución del conocimiento sobre el uso de plantas medicinales en la comunidad de Santiago Quiotepec.
- Las especies con mayor frecuencia de mención fueron *Amphipterygium adstringens*, *Ehretia latifolia* y *Aloe vera*.
- Las 15 especies evaluadas presentaron actividad antimicrobiana.
- El extracto hexánico de *Plumbago pulchella* obtuvo un CMI de 0.25 mg/ml sobre *Staphylococcus aureus* y *S. epidermidis*, así como el extracto hexánico de *Echinopterys eglandulosa* obtuvo una CMI de 0.25 mg/mL sobre *Pseudomonas aeruginosa*.
- El extracto de acetato de etilo de *Bidens pilosa* inhibe el 50% del crecimiento de *F. sporotrichum* a una concentración de 0.10 mg/mL.
- El extracto metanólico de *Melochia tomentosa* presenta un efecto bacteriostático sobre *Staphylococcus aureus*.
- Los alcaloides aislados del extracto metanólico de *Melochia tomentosa* no presentan actividad antimicrobiana.
- El extracto metanólico de *Melochia tomentosa* presenta una actividad antioxidante buena (CA<sub>50</sub> de 7.15 µg/mL).
- En cuanto al fraccionamiento biodirigido del extracto metanólico de *Melochia tomentosa*, las fracciones 3, 4, 7, 11 y 12 presentaron actividad antibacteriana sobre dos cepas de *Staphylococcus aureus* (ATTCC 29213 y FES-C).
- Se realizó una cromatografía en columna de la fracción 3, obteniendo que las fracciones 7, 8 y 9 fueron activas sobre *Staphylococcus aureus* ATTCC 29213 y FES-C.
- Se identificó en la fracción 8 la presencia de fenoles, glucósidos y flavonoides

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, J., Benitez, J., Flores, E., Castillo, C., Navarrete A. 2003. Purification of gastroprotective triterpenoids from the stem bark of *Amphipterygium adstringens*; role of prostaglandins, sulfhydryls, nitric oxide and capsaicin-sensitive neurons. *Planta Medica*. 69: 905-909.
- Bhakuni, R. S., Shukla, Y. N., Thakur, R. S. 1987. Cyclopeptide alkaloids from *Melochia corchorifolia*. *Phytochemistry*. 26(1): 324-325.
- Bhakuni, R. S., Shukla, Y. N., Thakur, R. S. 1991. Melochicorine, A pseudooxindole alkaloid from *Melochia corchorifolia*. *Phytochemistry*. 30(9): 3159-3160.
- Bermudez, A., Oliviera-Miranda, M. A., Velázquez, D. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*. 30(8): 453-459.
- Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*. 81: 83-103.
- Canales, M. M. 2005. Base fitoquímica de uso tradicional de plantas para el tratamiento de enfermedades de posible origen bacteriano en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Tesis de doctorado. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- Canales, M., Hernández, T., Romo de Vivar, A., Avila, G., Duran, A., Lira, R. 2005. Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México. *Journal of Ethnopharmacology*. 97: 429-439.
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. N., Rangel-Kabda, S., Blancas, J., Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Arellanes, Y., Campos, N. 2016. Capítulo 8. Ethnobotany

- for sustainable ecosystem management: a regional perspective in the Tehuacán Valley. En: *Ethnobotany of Mexico*. Lira, R., Casas, A., Blancas, J. Springer. México. Pp. 179-206.
- Casas, A., Valiente-Baunet, A., Viveros, J. L., Dávila, P., Lira, R., Caballero, J., Cortés, L., Rodríguez, I. 2001. Plant resources of the Tehuacán Valley, Mexico. *Economic Botany*. 55: 129-166.
- Castillo-Juárez, I., Rivero-Cruz, F., Celis, H., Romero, I. 2007. Anti-*Helicobacter pylori* activity of anacardic acids from *Amphipterygium adstringens*. *Journal of Ethnopharmacology*. 114: 72-77.
- Cole, M. D. 1994. Key antifungal, antibacterial and anti-insect assays -a critical review. *Biochemical systematic and ecology*. 22(8): 837-856.
- CONANP, 1998. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.  
<http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/tehuacan/docs/Tehuacan.pdf>
- Dávila, P., Arizmendi, M del C., Valiente-Baunet, A., Villaseñor, J. L, Casas, A., Lira, R. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation*. 11:421-442.
- Dias, G. C., Gressier, V., Hoenzel S. C., Silva, U. F., Dalcol, Il., Morel, A. F. 2007. Constituents of the roots of *Melochia chamaedrys*. *Phytochemistry*. 68(5): 668-672.
- Domínguez, X. A. 1979. *Métodos de la investigación fitoquímica*. Ed. Limusa. México. pp. 45-45.
- Erwin., Noor, A., Soekamto, N. H., Altena, I., Syah, Y. M. 2014. Waltherione C and cleomiscosin from *Melochia umbellata* var. *Degrabrata* K. (Malvaceae),

biosynthetic and chemotaxonomic significance. *Biochemical Systematics and Ecology*. 55: 358-361.

Friedman, J., Yaniv, Z., Dafni, A., Palewitch, D. 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Neguev Desert, Israel. *Journal of Ethnopharmacology*. 16:275-287.

García, E., 1981. *Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Grupo Mesófilo A.C. 2002. *Evaluación rural participativa de Santiago Quotepec, Cuicatlán, Oaxaca*. PROCYMAF. México.

Harvey, A. L., Edrada-Ebel, R., Quinn, R. J., 2015. The re-emergence of natural products for drug Discovery in the genomics era. *Nature Reviews Drug Discovery*. 14: 111-129,

Heinrich, M., Ankil, A., Frei, B., Wiemann, C., Stricher, V., 1998. Medicinal plants in Mexico: healer's consensus and cultural importance. *Social Science and Medicine* 47, 1859–1871.

Heinrich, M. 2000. Ethnobotany and its role in drug development. *Phytotherapy research*. 14: 479-488.

Hernández, C. C., Aguilera, A. M. G., Castro, E. G. 2011. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades infecciosas y microbiología*. 31(4): 137-151.

Hernández, D. C. T. 2004. *Etnobotánica y actividad antimicrobiana de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla*. Tesis de doctorado. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.

- Hernández, T., Canales, M., Avila, J. G., Duran, A., Caballero, J., Romo de Vivar, A., Lira, R. 2003. Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Journal of Ethnopharmacology*. 88: 181-188.
- Hernández, T., García-Bores, A. M., Serrano, R., Ávila, G., Dávila, P. Cervantes, H., Peñalosa, I., Flores-Ortiz, C. M., Lira, R. 2015. Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 18: 116-121.
- INEGI. 2004. Estadísticas del Sector Salud y Seguridad Social No. 20 pp. 86. México.
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. En: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=201770014>.
- Kapadia, G. J., Shukla, Y. N., Chowdhury, B. K., Basak, S. P. 1977. Phenylpentylisatins: a novel class of alkaloids from *Melochia tomentosa*. *J. C. S. Chem. Comm.* 535-536.
- Kapadia, G. J., Shukla, N., Basak, S. P. 1978. Melovinone, an open chain analogue of melochinone from *Melochia tomentosa*. *Phytochemistry*. 17:1444-1445.
- Kapadia, G. J., Dhukla, N., Basak, S. P. 1980. The melosatins- a novel class of alkaloids from *Melochia tomentosa*. *Tetrahedron*. 36:2441-2447.
- Kapadia, G. J., Shukla, Y. N. 1993. Melosatin D: a new isatin alkaloid from *Melochia tomentosa* Roots. *Planta Medica*. 59:568-569.
- Kayani, S., Ahmad, M., Sultana, S., Khan, Z. S., Zafar, M., Yaseen, G., Hussain, M., Bibi, T. 2015. Ethnobotany of medicinal plants among the communities of

- Alpine and Sub-alpine regions of Pakistan. *Journal of Ethnopharmacology*. 164:186-202.
- Kim, J., Marshall, M. R., Wei, C. 1995. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43: 2839-2845.
- Koneman, E. W., Allen, S. D., Dowell, V. R., Summers, H. M. 1991. *Diagnóstico microbiológico*. Ed. Médica Panamericana. México.
- Kubo, I. 1993. Antimicrobial activity of green tea flavor components. In: *Bioactive volatile compounds from plants*. Ed. Teranishi, R., Butterly, R. G. American Chemical Society. Washington, D. C. USA. pp. 57-70.
- Kumari, A., Kakkar, P. 2008. Screening of antioxidant potential of selected barks of Indian medicinal plants by multiple in vitro assays. *Biomedical and Environmental Science*. 21: 24-29.
- Lira, R., Casas, A., Rosas-López, R., Paredes-Flores, M., Pérez-Negrón, E., Rangel-Landa, S., Solis, L., Torres, I., Dávila, P. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany*. 63(3): 271-287.
- Llorente-Bousquets, J., Ocegüera, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. Pp. 283-322.
- Maldoni, B. 1991. Alkaloids: isolation and purification. *Journal of chemical education*. 68(8): 700-703.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., Álvarez, F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista mexicana de biodiversidad*. 85:1-9.

- O'Gara, R. W., Lee, C. W., Morton, J. F., Kapadia, G. J., Dunham, L. J. 1974. Sarcoma induced in rats by extracts of plants and by fractionated extracts of *Krameria ixina*. Journal of the National Cancer Institute. 52(2): 445-448.
- Okusa, P. N., Penge, O., Devleeschouwer, M., Duez, P. 2007. Direct and indirect antimicrobial effects and antioxidant activity of *Cordia gilletii* De Wild (Boraginaceae). Journal of Ethnopharmacology. 112: 476-481.
- Oviedo-Chávez, I., Ramírez-Apan, T., Soto-Hernández, M., Martínez-Vázquez, M. 2004. Principles of the bark of *Amphipterygium adstringens* (Julianaceae) with anti-inflammatory activity. Phytomedicine. 11:436-445.
- Pagaza, E. M. C., Fernández, N. R. 2004. La familia Bombacaceae en la cuenca del río Balsas. Polibotánica. 17: 71-102.
- Pérez-Negrón, E. S. 2002. Etnobotánica y aspectos ecológicos de las plantas útiles de Santiago Quiotepec, Cuicatlán, Oaxaca. Tesis para optar por el título de Biólogo. Instituto de Ecología, UNAM.
- Pérez-Negrón, E., Casas, A. 2007. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. Journal of Arid Environments. 70: 356-379.
- Pichersky, E., Gang, D. R. 2000. Genetics and biochemistry of secondary metabolites in plants: an evolutionary perspective. Trends in plant science perspectives. 5(10):439-445.
- Rao, B. G., Rao, Y. V., Rao, T. M. 2013. Hepatoprotective and antioxidant capacity of *Melochia corchorifolia* extracts. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 537-543.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science. 2: 152-159.

- Ríos, R. A., Alanís, F. G., Favela, L. S. 2017. Etnobotánica de los recursos vegetales, sus formas de uso y manejo, en Bustamante, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 8(44):1-22
- Rodríguez-Canales, M., Jimenez-Rivas, R., Canales-Martínez, M. M., García-López, A. J., Rivera-Yáñez, N., Nieto-Yañez, O., Ledesma-Soto, Y., Sánchez-Torres, L. E., Rodríguez-Sosa, M., Terrazas, L. I., Rodríguez-Monroy, M. A. 2016. Protective effect of *Amphiterygium adstringens* extract on dextran sulphate sodium-induced ulcerativa colitis in mice. *Mediators of inflammation*. 1-12.
- Rodríguez-García, A., Galan-Wong, L. J., Arevalo-Niño, K. 2010. Development and in vitro evaluation of biopolymers as a delivery system against periodontopathogen microorganisms. 2010. 23(2): 158-163.
- Rosas-Acevedo, H., Terrazas, T., González-Trujano, M. E., Guzmán, Y., Soto-Hernández, M. 2011. Anti-ulcer activity of *Cyrtocarpa procera* analogous to that of *Amphipterygium adstringens*, both assayed on the experimental gastric injury in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 134: 67-73.
- Roy, A. 2017. A review on the alkaloids an important therapeutic compounds from plants. *International Journal of Plant Biotechnology* 3(2):1-9.
- Sánchez-García, E., Castillo-Hernández, S. L., García-Palencia, P. 2016. Actividad antimicrobiana. En Rivas-Morales, C., Oranday-Cardenas, M.A., Verde-Star, M.J. *Investigación en plantas de importancia médica*. Barcelona, España: OmniaScience. 77-100.
- Schito, G. C. 2006. The importance of the development of antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. *European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 12: 3-8.



- Sharma, A., Flores-Vallejo, R del C., Cardoso-Taketa, A., Villareal, M. L. 2017. Antibacterial activities of medicinal plants used in Mexican traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*. 208: 264-329.
- Shukla, Y. N., Sokoloski, E. A., Fales, H. M., Kapadia, G. J., 1976. 6-Methoxy-7,8-methylenedioxy coumarin from *Melochia tomentosa*. *Phytochemistry*. 15:1788.
- Towsend, A. P., Escalona-Segura, G., Kyskowski, K., Kluza, D. A. Hernández-Baños, B. E. 2003. Avifaunas of two dry forest sites in Northern Oaxaca, Mexico. *Huitzil*. 4:3-9.
- Valiente-Banuet, A., Flores-Hernández, N., Verdúm, M., Dávila, P. 1998. The chaparral vegetation in Mexico under a non-mediterranean climate: The convergence and madrean-tethyan hypotheses reconsidered. *American Journal of Botany*. 85: 1398–1408
- Vázquez, L., Vázquez, R. J. A., Coro, A. 2009. Registro del gavilán pescador (*Pandion haliaetus*) en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, norte de Oaxaca. *Huitzil*. 10:24-26.
- Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*. 28: 160-167.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 559-902.
- Wagner, H. 2001. *Plant drug analyses*. Second edition. Springer. Germany. Pp, 15-29.
- Wang, H., Bun, T. N. 2002. Isolation of an antifungal thaumatin-like protein from kiwi fruits. *Phytochemistry*. 61:1-6.

Zapata-Morales, J. R., Alonso-Catro, A, J., Dominguez, F., Carranza-Ávarez, C., Islordia-Espinoza, M., Hernandez-Morales, A., Solorio-Alvarado, C. 2017. The antinociceptive effects of a standardized ethanol extract of the *Bidens odorata* Cav (Asteraceae) leaves are mediated by ATP-sensitive K channels. *Journal of Ethnopharmacology*. 207:30-33.

## 10 APÉNDICES

### 10.1 ENTREVISTA

FECHA: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad:    20-40    40-60    60 en adelante

Tiempo viviendo en la comunidad: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usa plantas medicinales para curar algún tipo de enfermedad?
- 2.- ¿Cuál es el nombre de la planta que utiliza?
- 3.- ¿Para qué tipo de enfermedades la utiliza? Mencionar síntomas
- 4.- ¿De dónde la obtiene?
- 5.- ¿Qué parte utiliza?
- 6.- ¿Cómo se prepara?
- 7.- ¿Se emplea fresca o seca?
- 8.- Forma y frecuencia de administración
- 9.- ¿Tiene efectos adversos?
- 10.- ¿En qué época del año es más abundante la parte utilizada?
- 11.- ¿Qué tan bueno es el efecto de la planta?
- 12.- ¿Para qué más la utilizan?

## 10.2 APÉNDICE: ÍNDICES CUANTITATIVOS

### A. Importancia relativa (FL)

La importancia relativa de cada especie se obtiene a través del índice de Friedman (FL), el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$FL = (I_p/I_t) \times 100$$

Donde “I<sub>p</sub>” es el número de informantes que mencionaron una especie (frecuencia de mención) y “I<sub>t</sub>” es el número total de informantes (Friedman et al., 1986).

### B. Valor de uso (VU)

El valor de uso de las plantas se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$VU = U/n$$

Donde “VU” es el valor de uso, “U” es el número total de reportes de uso por especie, y “n” representa el número total de informantes entrevistados. El valor de uso de las plantas proporciona una medida cuantitativa de la importancia relativa de las especies. Un valor alto indica que hay muchos reportes de uso de una especie, lo que implica que la planta es importante, y un valor bajo (aproximado a 0) indica que hay pocos reportes de uso (Kayani et al., 2015).

### C. Factor de Consenso de Informantes (FCI)

El Factor de Consenso de Informantes estima la variabilidad de uso de las plantas medicinales por categoría siguiendo la siguiente fórmula:

$$ICF = (n_{ur} - n_t) / (n_{ur} - 1)$$

Donde (n<sub>ur</sub>) menciona el número de usos reportados por una categoría de enfermedad y (n<sub>t</sub>) se refiere al número de especies usadas por la categoría de enfermedad. El resultado de este factor va de 0 a 1. Un valor alto (cerca de 1) indica

las especies son utilizadas por una gran proporción de personas, mientras que un valor bajo indica que los informantes no utilizan las especies para el tratamiento dentro de la categoría de la enfermedad (Heinrich et al., 1998).

### **10.3 APÉNDICE: MÉTODO DE DIFUSIÓN EN AGAR O DE KIRBY-BAUER (Cole, 1994)**

Utilizando esta técnica, se evalúan cualitativamente la actividad antibacteriana de los compuestos de un extracto o un compuesto puro, los cuales difunden a través del agar.

Si hay compuestos activos, el crecimiento de la bacteriana se detiene y se forman halos alrededor del disco.

Se utiliza como medio de cultivo el agar Müller-Hinton. El medio debe tener un espesor uniforme de 4 mm en la placa. Si es más fino, los compuestos tienden a difundir más en dirección lateral aumentando el tamaño de las zonas de inhibición; un agar de mayor espesor a 4 mm produce una mayor disolución del compuesto hacia abajo, con tendencia a estrechar artificialmente las zonas de inhibición.

Con un asa de siembra se tocan las superficies convexas de 4 o 5 colonias. Se sumerge el asa en 10 mL de caldo Müller-Hinton (Bioxon 260), se enjuaga bien en el líquido para descargar todo el material y luego se retira el asa, el tubo de cultivo se incuba a 37C° durante aproximadamente 24 horas, o hasta que la turbidez del medio sea equivalente al estándar N°0.5 de MacFarland. Esto equivale a una concentración de aproximadamente 1.5x10<sup>8</sup> UFC/mL. El estándar 0.5 de MacFarland se prepara añadiendo 0.5 mL de sulfato de bario a 99.5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.36 N. La comparación de la turbidez entre el estándar y el caldo con el organismo a estudiar se efectúa en un espectrofotómetro a 640nm.

Posteriormente se sumerge un hisopo de poliéster estéril y seco en la suspensión de bacteria, eliminando el exceso de líquido haciendo rotar el hisopo contra la pared interna del tubo. Se inocula la superficie de una placa de agar Müller-Hinton con el hisopo. Previamente, se deja que la placa alcance temperatura ambiente. Finalmente, se siembra mediante estría en por lo menos tres direcciones dando vueltas a la placa en ángulos de aproximadamente 60° luego de cada estría.

Se utilizan sensidiscos de 5mm de diámetro de papel Whatman N°5. Se usan 2 mg de los extractos disueltos en 10 mL del disolvente correspondiente a cada extracto. Al llevar a cabo la prueba de susceptibilidad, los discos impregnados con las sustancias a evaluar se colocarán en la superficie del agar utilizando una pinza estéril y deben colocarse por lo menos 22 mm uno de otro y a 14 mm del borde de la placa para evitar que las zonas de inhibición se superpongan o se extiendan hasta el margen de la placa.

Los sensidiscos se deben presionar suavemente con la punta de la pinza, cuidando de no moverlos una vez colocados. Sobre cada sensidisco se coloca la concentración de cada extracto a evaluar.

Para el control negativo se preparan sensidiscos a los que se les agrega 10  $\mu$ L del disolvente empleado para el problema. Se evalúa la sensibilidad de las cepas experimentales con sensidiscos impregnados con 25  $\mu$ g de cloranfenicol. Los sensidiscos se preparan 24 horas antes del bioensayo.

Una vez preparadas las placas para la prueba, se colocan en una incubadora a 37C°, sin tensión de CO<sub>2</sub>, debido a que se puede formar ácido carbónico en la superficie humedecida del agar, provocando un descenso de pH. El desarrollo de algunos microorganismos es debido al pH ácido, lo cual tienden a estrechar falsamente la zona de inhibición. Así mismo, la actividad de diversos antibióticos puede aumentar o disminuir con la caída del pH, produciéndose diferencias en las velocidades de difusión y alteraciones de las zonas de inhibición.

En caso de existir zonas de inhibición se reporta el extracto como activo. Las zonas de se miden con una regla de calibración en milímetros. En todos los casos, esta prueba se hace por triplicado y se reportan los valores promedio.

Los resultados de la actividad antimicrobiana se analizan mediante un análisis de varianza.

## 10.4 APÉNDICE: MICROTÉCNICA DE DILUCIÓN EN CALDO

**(Koneman et al., 1991)**

Con este método se evalúa cuantitativamente la actividad antibacteriana de los extractos o compuesto puro, estos se incorporan al agar a diferentes concentraciones. Se determina la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Bactericida Mínima (CBM).

La susceptibilidad de los microorganismos a los antimicrobianos se determina en una serie de tubos moldeados en una placa de 96 pozos (Placa de ELISA). La placa se prepara colocando 50  $\mu\text{L}$  de caldo Müller-Hinton (Bioxon 260) con la concentración del extracto probado en los pozos apropiados (250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 y 3000  $\mu\text{g/mL}$ ).

Se prepara una suspensión bacteriana inoculando una asada de la colonia en estudio en 10 mL de caldo Müller-Hinton y se incuba a 35 °C durante 24 horas (equivalente a  $1 \times 10^8$  microorganismos) y se diluyen en caldo Müller-Hinton para obtener una concentración de  $1 \times 10^5$  organismos/mL. En cada uno de los 96 pozos se colocan 50  $\mu\text{L}$  de esta suspensión diluida.

Como control negativo se colocan 50  $\mu\text{L}$  de caldo Müller-Hinton con 10  $\mu\text{L}$  del solvente empleado para disolver el problema. El grupo testigo se prepara colocando 50  $\mu\text{L}$  de caldo Müller-Hinton en los pozos y 50  $\mu\text{L}$  de la suspensión bacteriana ( $1 \times 10^5$  UFC/mL).

Una vez cargada la placa con la suspensión bacteriana, se cubre con una tapa para evitar el desecamiento durante la incubación. Todas las placas se incuban a 35°C durante 24 horas.

La concentración a la cual existe una disminución drástica del crecimiento representa la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la concentración que



produce una inhibición completa del desarrollo representa la Concentración Bactericida Mínima (CBM). En todos los casos, la prueba se realiza por triplicado.

## **10.5 APÉNDICE: INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO RADIAL POR DIFUSIÓN EN AGAR**

**(Wang y Bun, 2002)**

Con este ensayo se evalúa cualitativamente la actividad antifúngica sobre hongos filamentosos del extracto. Los compuestos difunden a través del agar y, si son activos, el crecimiento del hongo es más lento o se detiene, resultando en la deformación de la colonia.

Se lleva a cabo en cajas petri con 20 mL de agar dextrosa papa (PDA), en el cual se pone un botón con el micelio del hongo en crecimiento.

Utilizando sensidiscos con 5 mm de diámetro de papel Whatman No. 5, se impregnan con 2 mg del extracto disueltos en 10 mL del solvente correspondiente. Los discos se preparan 24 horas antes del bioensayo para que el solvente se evapore por completo. Estos se colocan a una distancia de 5 mm del límite micelial, utilizando una pinza estéril.

Como control negativo se colocan sensidiscos con 10  $\mu$ L de solvente y como control positivo sensidiscos con 7  $\mu$ g de ketoconazol. Se realizan tres repeticiones para cada extracto por cepa de hongo.

Las cajas se incuban a 28 °C durante 72 horas o hasta que el crecimiento micelial se haya desarrollado.

En caso de existir alguna deformación en el crecimiento del hongo, se reporta el extracto como activo ya que en condiciones normales el crecimiento del hongo es circular y éste debe crecer encima de los sensidiscos como en el control negativo, también cualquier signo de diferencia de color, esporulación o morfología indican actividad antifúngica.

## **10.6 APÉNDICE: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN FUNGICIDA MEDIA (CF<sub>50</sub>)**

**(Wang y Bun, 2002)**

El ensayo mide el efecto antifúngico sobre hongos filamentosos de un extracto o compuesto puro. Se utilizan cajas de 24 pozos y se preparan con el compuesto a evaluar incorporándolo en el agar a determinadas concentraciones. Se colocan en cada pozo 15 mL de agar papa-dextrosa (PDA), con las siguientes concentraciones del compuesto a evaluar: 250, 500, 750, 1000, 2000, 3000 y 4000 µg/mL. Posteriormente se coloca una pequeña cantidad de micelio en el centro de cada pozo. Por triplicado.

Para el control negativo se le agrega al agar el mayor volumen del disolvente usado en los grupos experimentales y se emplea un grupo testigo para comparar la velocidad de crecimiento.

Las placas son incubadas a 28°C durante 72 horas o hasta que el crecimiento micelial se haya desarrollado.

Se mide el crecimiento del hongo y se realiza una gráfica dosis-respuesta, en la que la respuesta es el porcentaje de inhibición, tomando en cuenta que el grupo testigo es el 0% de inhibición.

La concentración que representa el 100% de inhibición es aquella en la que ya no se observa crecimiento, la cual corresponde a la Concentración Fungicida Mínima (CFM); mientras que la concentración que representa al 50% de inhibición corresponde a la Concentración Fungicida Media (CF<sub>50</sub>).

## 10.7 APÉNDICE: *Melochia tomentosa* (Malvaceae)

**Tipo de distribución:** Silvestre, Nativa de América.

**Nombres comunes:** Hierba del tapón, Escoba, Malva rosa (Español) / Chichibe, Sak-chichibe, Zak-chichibe, Sak chi'chi' bej (Maya) / Hierba del venado, Malva de los cerros.

**Descripción botánica:** Hierba leñosa o arbusto pequeño; Hojas simples, alternas, elípticas, verde-grisáceas, tomentosas, con márgenes ondulados; Flores en grupos axilares, con 5 pétalos rosas (a veces todos hacia un lado); Frutos piramidales, inflados, con 5 costillas profundas, pardo-rojizos.

**Distribución:** distribuida en la mayor parte de la República Mexicana.

**Hábitat y ecología:** De matorral xerófito y selva baja caducifolia. *M. tomentosa* se encuentra casi exclusivamente en regiones secas expuestas a sequías prolongadas, y es capaz de colonizar hábitats perturbados como los bordes de las carreteras y los pastizales.

**Estado actual:** se desconoce su estado de conservación.

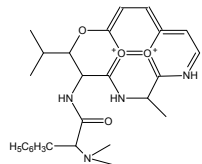
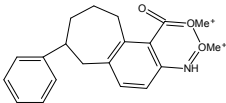
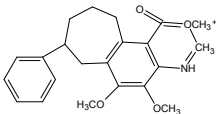
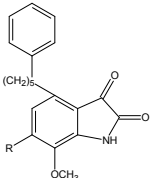
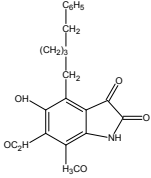
**Usos:** En Santiago Quioytepec, se utiliza para la diarrea (retoños y raíz) en té.



Figura 17. Hojas y flor de *M. tomentosa*

Se han aislado compuestos químicos de especies del género *Melochia* y se han evaluado algunas actividades biológicas, destacando la presencia de alcaloides (Tabla 16).

Tabla 16. Antecedentes de *Melochia tomentosa*

Parte utilizada	Compuesto/Actividad	Referencia	Estructura química
Raíz, parte aérea	Actividad tumorigénica	O'Gara et al., 1974	
Raíz	6-metoxi-7,8-metilenedioxicumarina	Shukla et al., 1976	No se reporta la estructura
Raíz	Alcaloide ciclopeptidico (scutianina, melonovina)	Kapadia et al., 1977	
Raíz	Alcaloides (Fenilpentilisatina)	Kapadia et al., 1977	
Raíz	Alcaloide (melovinona)	Kapadia et al., 1978	
raíz	Alcaloides (melosatina)	Kapadia et al., 1980	
Raíz	Alcaloides (Melosatina D)	Kapadia y Shukla 1993	

## **10.8 APÉNDICE: EXTRACCIÓN EN MEDIO ÁCIDO DE ALCALOIDES (Maldoni, 1991)**

Los alcaloides son un grupo de productos naturales básicos que contienen nitrógeno y generalmente tienen una acción fisiológica sobre el organismo animal, por lo que son considerados de importancia farmacológica, medicinal y toxicológica.

Los alcaloides son compuestos básicos; el átomo de nitrógeno acepta protones de un ácido y forma compuestos aditivos conocidos como sales cuando se trata con ácidos orgánicos (ácido acético) o ácidos inorgánicos (ácido clorhídrico).

La mayoría de los alcaloides son solubles en solventes orgánicos (éter, cloroformo) y son insolubles en agua; sus sales, por el contrario, se disuelven bien en agua y son generalmente insolubles en solventes orgánicos. Esta combinación de propiedades se emplea para separar los alcaloides de otros tipos de compuestos.

Se ha reportado la presencia de alcaloides en la parte aérea y raíces de *M. tomentosa* (Kapadia et al., 1978; Kapadia et al., 1980; Kapadia y Shukla, 1993), para lo cual se siguió el siguiente método de extracción:

-Obtención del material vegetal

*M. tomentosa* se colectó el 1 de septiembre del 2017 en la comunidad de Santiago Quiotepec. La parte aérea de *M. tomentosa* se secó y trituró.

-Extracción y aislamiento de alcaloides

La planta triturada se maceró con agua acidificada (HCl 0.5N) durante 24 hrs. Posteriormente se filtró y se basificó con una solución de NaOH y se extrajeron las bases libres (alcaloides secundarios y terciarios) con diclorometano en un embudo de separación (fracción alcaloidea), las cuales fueron identificadas con reactivo de Dragendorff y Mayer. Una prueba positiva está indicada por la formación de un color precipitado: blanco (Mayer) y naranja (Dragendorff). Los precipitados también pueden formarse por proteínas, purinas, cumarinas y algunos polifenoles.

La fracción alcaloidea se evaluó sobre algunas cepas de hongos y bacterias de importancia clínica.

## **10.9 APÉNDICE: EFECTO DE LOS EXTRACTOS SOBRE EL CRECIMIENTO BACTERIANO**

**(Kubo, 1993)**

Este método se emplea para determinar el efecto que tiene el extracto sobre el crecimiento bacteriano, basándose en las CMI y CBM obtenidas. Y así determinar los impactos necesarios para que se produzca la muerte bacteriana.

Se utiliza como medio de cultivo estándar el agar Müller-Hinton. El medio se coloca en cajas septadas. Es importante que el medio alcance en la placa un espesor uniforme de 4 mm.

Se prepara el inóculo con aproximadamente  $1 \times 10^8$  bacterias/mL en un tubo de ensayo con 10 mL de caldo Müller-Hinton (esta concentración bacteriana se obtiene en un periodo de 24 hrs de incubación).

Con ayuda de una micropipeta, se inoculan 0.1 mL de la suspensión de bacterias en los tubos que contienen los extractos a evaluar. La concentración final es de aproximadamente de  $1 \times 10^5$  bacterias/mL de caldo en cada tubo. Se incubará en una estufa a 35°C sin presión de CO<sub>2</sub>.

Los extractos o compuestos a evaluar, se prepara en tubos con 10 MI de caldo Müller-Hinton con las concentraciones de CMI y su múltiplo medio; esto es, la mitad del CMI ( $\frac{1}{2}$ CMI) y CBM. Se muestrea cada hora durante los primeros cuatro tiempos, después dos muestreos cada dos horas, un muestreo a las 12 hrs y finalmente a las 24 hrs. En cada tiempo se realizan diluciones en tubos con solución salina para determinar las unidades formadoras de colonias de cada tubo. Como testigo se prepara un tubo sin extracto.

Las cajas se incuban durante 24 hrs a 35°C. Se cuentan las colonias de cada concentración y dilución. Se grafica el Log del número de sobrevivientes contra el tiempo para determinar el número de impactos necesarios para que se produzca la



inactivación bacteriana, se prolonga la zona lineal de la curva de supervivencia hasta su inserción con el eje de las ordenadas.

## **10.10 APÉNDICE: PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN CUALITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS**

**(Domínguez, 1979; Wagner, 2001)**

Saponinas:

Se disuelven 2 mg del extracto en un tubo de ensaye con 1 mL de agua tibia, se tapa el tubo y se agita por un minuto. La formación de espuma que permanece por más de un minuto indica la presencia de saponinas.

Fenoles:

Se disuelven 2 mg del extracto en un tubo de ensaye con 1 mL de metanol. Se agregan unas gotas de cloruro férrico al 1 o 2%. La presencia de colores azul o verde indican la presencia de fenoles en el extracto.

Taninos:

Se disuelven 2 mg del extracto en un tubo de ensaye con 1 mL de metanol. Se agregan unas gotas de cloruro férrico al 1 o 2% y se mezcla, posteriormente se adicionan unas gotas de reactivo de gelatina al 1%. La formación de precipitados indica la presencia de taninos. Si el precipitado es color azul negruzco se trata de taninos hidrolizables; un precipitado color pardo verdoso indica la presencia de taninos condensados.

Esteroides y Triterpenos:

Prueba de Liberman-Buchard: se disuelven 1.5 mg de la muestra en cloroformo. Se adicionan unas gotas del reactivo (anhídrico acético y cloroformo, con una gota de ácido sulfúrico). La aparición de colores azul o verde indican la presencia de esteroides; los colores rojo, violeta o morado indican la presencia de triterpenos.

#### Alcaloides:

Prueba de Dragendorff: se disuelven 2 mg del extracto en etanol y se añaden unas gotas del reactivo de Dragendorff. La prueba es positiva al dar un precipitado color rojo, naranja o marrón.

Prueba de Mayer: se disuelven 2 mg del extracto en etanol y se añaden unas gotas del reactivo de Mayer. La prueba es positiva al dar un precipitado lechoso

#### Glicosidos:

Prueba de Molish: En un tubo de ensaye se disuelven 2 mg de muestra en metanol, se añaden 3 gotas del reactivo de Molisch (1g de alfa-naftol en 100 mL de etanol al 95%) y se agita, posteriormente se adicionan 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. La prueba es positiva al formarse un anillo coloreado (morado) en la interfase.

#### Cumarinas:

Prueba de NaOH: Disolver 100  $\mu$ L de la muestra en una solución de NaOH al 10%, si aparece una coloración amarilla que desaparece al agregar HCL al 10%, la prueba es positiva.

#### Flavonoides:

Prueba de Shinoda: se disuelven 1 mg de muestra en etanol se trata con limaduras de magnesio, se le aplica calor (60°C) y después unas gotas de HCl concentrado por las paredes. Se considera positiva con la aparición de colores naranja, rojo, rosa, rosa-azul a violeta.

Prueba de Salkowski: se disuelven 2 mg de muestra en cloroformo y se agrega 1 mL de ácido sulfúrico concentrado. La prueba es positiva para flavonas y flavonoles si se observan coloraciones amarillas; para flavonas coloraciones naranja-guinda, para chalconas coloraciones rojo-azuloso, y la presencia de quinonas se detecta con coloraciones rojo-púrpura.

## **10.11 APÉNDICE: METODO DE REDUCCION DEL RADICAL 2,2-DIFENIL-1-PICRILHIDRACIL (DPPH)**

**(Okusa et al., 2007)**

La actividad antioxidante se evalúa midiendo el grado de decoloración (desvanecimiento del color violeta intenso a amarillo claro), de una solución metanólica de 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH) por la adición del compuesto activo a diferentes concentraciones (2-100 µg/mL), por medio de espectrometría UV-VIS.

Se prepara una solución STOCK con 10 mg del extracto a evaluar y 10 µL de metanol grado HPLC. La solución DPPH se prepara en un matr az aforado pesando 0.002 gr y agregando 50 mL de metanol grado HPLC.

En una placa de ELISA se adicionan 50 µL de la solución problema a diferentes concentraciones, por triplicado, posteriormente a cada pozo con las concentraciones sealadas, se adicionan 150 µL de una solución de DPPH cuya concentraciones sealadas, se adicionan 150 µL de una solución metanólica de DPPH cuya concentración final es de 100 µM; inmediatamente se protege de la luz y se mantiene en agitación constante durante 30 min a 37 C. Una vez transcurrido el tiempo se determina la absorbancia a 517 nm en un lector de ELISA. Como control negativo se llenan pozos con 200 µL de metabol. Y para control positivo se utiliza quercetina en las mismas condiciones que el compuesto problema.

Los resultados se reportan obteniendo el porcentaje de reducción y se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ de reducción} = (C - E / C) * 100$$

Donde:

C: absorbancia del control positivo

E: absorbancia del experimental (Mezcla DPPH + compuesto problema)

## **10.12 APÉNDICE: BIOAUTOGRAFÍA**

**(Sánchez-García et al., 2016)**

La bioautografía es empleada como una técnica preliminar de tamizaje fitoquímico, para detectar compuestos que afectan las tasas de crecimiento de microorganismos en mezclas y matrices complejas.

El extracto crudo al que se le evaluaron las propiedades antimicrobianas, es colocado sobre una placa de cromatografía en capa fina, posteriormente es eluído con una mezcla apropiada de solventes, permitiendo la separación de los diferentes componentes del extracto.

Se deben preparar placas Petri con agar Mueller-Hinton, posteriormente la placa previamente eluída se coloca sobre el agar inoculado con la cepa de interés, una vez colocada se debe permitir que los compuestos separados difundan hacia el agar, por lo que es recomendable mantener la placa sobre el agar por 24 hrs. Posteriormente el cromatograma es retirado y se añade una solución al 0.08% de sal de tetrazolio oxidada (DTT), y la caja de Petri se incuba durante 30 min. Transcurrido el tiempo de incubación se observa en donde no hay coloración rojiza lo que evidencia la actividad antimicrobiana de los compuestos.

**Medicinal plants of Oaxaca, Mexico: Ethnobotany and antibacterial activity**

[Plantas medicinales de Oaxaca, México: Etnobotánica y actividad antibacteriana]

**Julieta Orozco-Martínez<sup>1,2</sup>, Rafael Lira-Saade<sup>3</sup>, Manuel Jiménez-Estrada<sup>4</sup>,  
Juan G. Ávila-Acevedo<sup>5</sup>, Rocío Serrano-Parrales<sup>1</sup> & Tzasna Hernández-Delgado<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Laboratorio de Farmacognosia, UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México<sup>2</sup>Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, Ciudad de México<sup>3</sup>Laboratorio de Recursos Naturales UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México<sup>4</sup>Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, Ciudad de México<sup>5</sup>Laboratorio de Fitoquímica UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, MéxicoContactos | Contacts: Julieta OROZCO-MARTÍNEZ - E-mail address: [julietaorozcomartinez@gmail.com](mailto:julietaorozcomartinez@gmail.com)

**Abstract:** Santiago Quiotepec, one of the oldest communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley (México), has a great tradition using medicinal plants. The aim of this study was to make an inventory of the medicinal species used by the inhabitants of Santiago Quiotepec and evaluate the antibacterial activity. An ethnobotanical study of medicinal plants was carried out, 60 informants mentioned that 66 species of plants are being used in the treatment of different diseases. Fifteen species were selected to evaluate the antibacterial activity in possible bacterial originated diseases treatment. The lowest values were presented in the hexane extract of *Plumbago pulchella*, with a MIC of 0.25 mg/mL over *Staphylococcus aureus* and *S. epidermidis* as well as the hexanic extract of *Echinopterys eglandulosa* showed a MIC of 0.25 mg/mL over *Pseudomonas aeruginosa*.

**Keywords:** Antibacterial activity; Santiago Quiotepec; Medicinal plants; Ethnobotany; Tehuacán-Cuicatlán

**Resumen:** Santiago Quiotepec es una de las comunidades más antiguas del valle de Tehuacán-Cuicatlán (México), y tiene una gran tradición en el uso de plantas medicinales. El objetivo de este estudio fue realizar un inventario de las especies medicinales utilizadas por los habitantes de Santiago Quiotepec y evaluar la actividad antibacteriana. Se realizó un estudio etnobotánico de plantas medicinales, 60 informantes mencionaron 66 especies de plantas utilizadas en el tratamiento de diferentes enfermedades. Quince especies utilizadas en la comunidad para tratar enfermedades de posible origen bacteriano fueron seleccionadas para evaluar la actividad antibacteriana. Los valores más bajos se presentaron en el extracto hexánico de *Plumbago pulchella*, con una CMI de 0.25 mg/ml sobre *Staphylococcus aureus* y *S. epidermidis*, así como el extracto hexánico de *Echinopterys eglandulosa* mostró una CMI de 0.25 mg/mL sobre *Pseudomonas aeruginosa*.

**Palabras clave:** Actividad antibacteriana; Santiago Quiotepec; Plantas medicinales; Etnobotánica; Tehuacán-Cuicatlán

Recibido | Received: February 18, 2019

Aceptado | Accepted: October 28, 2019

Aceptado en versión corregida | Accepted in revised form: November 26, 2019

Publicado en línea | Published online: March 30, 2020

Este artículo puede ser citado como / This article must be cited as: J Orozco-Martínez, R Lira-Saade, M Jiménez-Estrada, JG Ávila-Acevedo, R Serrano-Parrales, T Hernández-Delgado. 2020 Medicinal plants of Oaxaca, Mexico: Ethnobotany and antibacterial activity. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 19 (2): 221 – 235.

## INTRODUCTION

Since ancient times plants have played an important role as a medicinal source for human beings. Currently, there is a great need to preserve this valuable knowledge, especially in those countries where there is a high risk of losing this practice (exposure to modern culture, rapid land degradation, modern facilities and urban development) (Kayani *et al.*, 2015).

Ethnomedicinal studies were carried out to avoid the loss of this knowledge, additionally ethno pharmacological, phytochemical and toxicological studies should be implemented to validate the traditional use. Collection, analysis and validation is of great importance in use and management strategies definition of this resources (Casas *et al.*, 2001).

Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico, is the region with the highest absolute richness of useful plant species (1,605 vascular plant species). Based on the number of species, the most outstanding uses are fodder (874 spp.), medicinal (396 spp.) and food (339 spp.) (Lira *et al.*, 2009). There are many studies of medicinal plants in this region. Hernandez *et al.*, 2003 registered 44 plant species used by the local inhabitants to treat gastrointestinal diseases in Zapotitlán de las Salinas village. The test for antibacterial activity of the more frequently used extracts showed that all species have activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria. Canales *et al.* (2005) determined the informant consensus factor of the medicinal flora of San Rafael Coxcatlán, the inhabitants mentioned 46 medicinal plants and 16 species were selected due to their utilization in the treatment of possible bacterial origin diseases, 75% of the plants presented antibacterial activity. In addition some species of the region like *Lippia graveolens*, *Lantana achyranthifolia*, *L. camara*, *Cordia curassavica*, *C. globos*, *Caesalpinia melanadenia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Yucca periculosa*, *Bursera morelensis* and *Psittacanthus caliculatus* are evaluated for their biological activities and phytochemical composition (Hernández *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2009; Serrano *et al.*, 2012; Avila-Acevedo *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2015).

Nevertheless, only a few medicinal species of the region have been studied for their biological activities and phytochemical composition, so the aim of this study is to create an inventory of the medicinal

species used by Santiago Quiotepec, Oaxaca's inhabitants and to evaluate the antibacterial activity of some species used in possible bacterial origin illnesses treatment.

### Study site

Santiago Quiotepec community is located in northeast Oaxaca state, at the Cuicatlán city hall, it occupies an area of approximately 36.8 km<sup>2</sup>, between the extreme coordinates UTM Xmax: 715000, Ymax: 1981900 and Xmin: 712300, Ymin: 1979200 (Figure No. 1), at an altitude of 545 m (García, 1981). Santiago Quiotepec is one of the oldest villages in the lower part of a depressed zone identified as the "Cañada Poblano-Oaxaqueña", in the Sierra Madre Oriental (Pérez-Negrón & Casas, 2007). It benefits from a very dry semi-arid climate since it receives an annual rainfall of only 500 mm, while its average temperature exceeds 25°C, the rains are concentrated mainly between June and September (García, 1981). The main rivers in Santiago Quiotepec are: the Sendo River, the Rio Grande, the Salado River and Cacahuatal. The Sendo River is the most important for the community since its water supplies the drinkable water network and the irrigation channels of the agricultural area. In the community, the predominant soil type is the haplic feozem, characteristic of semi-arid areas with a dark superficial layer that presents organic material. The vegetation is dominated by *Pachycereus webery*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Escontria chiotilla*, *Bursera sp.*, *Astianthus viminalis* and *Taxodium mucronatum* (Pérez-Negrón & Casas, 2007). The community has 217 inhabitants (INEGI, 2010) of Cuicateco origin, who live mainly from agricultural activities and grazing cattle and goats, where fruit and livestock are the activities that allow obtaining monetary income.

## MATERIAL AND METHODS

### Ethnobotany

Data were collected between October 2016 and March 2017, obtaining 60 semi-structured interviews. Intentional sampling was used to select the informants (people on the streets were interviewed), providing personal data (name, age, occupation, time living in the community), also data referring to the use of medicinal plants (common name, uses, parts used, spatial availability, degree of management, importance and effectiveness of each species, disease symptoms). The interviews were interrupted when

the number of mentioned species did not increase. Botanical techniques of collection and herborization of the species mentioned during the interviews were also carried out, for which collection expeditions were conducted by two local authorities that knew the region flora. The specimens were collected in duplicate, recording the following data: collection number, date, location, altitude, geographical coordinates and common name. The identification of the plants was carried out in the Herbarium of FES-Iztacala (IZTA). It is important to notice that access

to the community was allowed by Santiagos Quiotepec's local authorities, with informed consent from interviewed people.

Of the information obtained from the interviews, frequency (total mention) was determined and the diseases were categorized according to the symptom referred. Fifteen species that have been used to cure illnesses of possible bacterial origin (gastrointestinal, respiratory, ophthalmological, gynecological) were selected to evaluate their antibacterial activity.

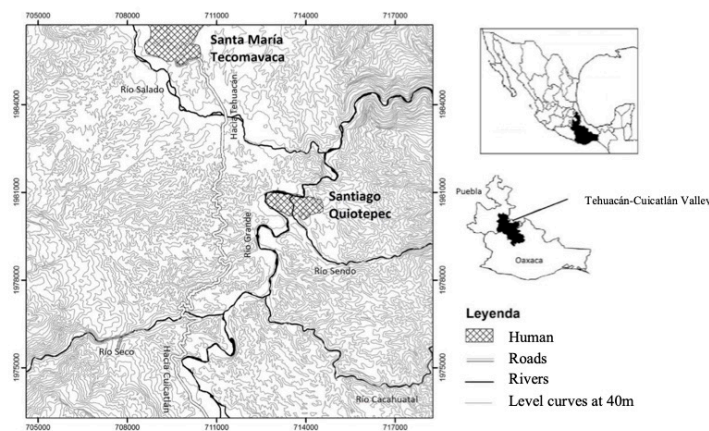


Figure No. 1  
Geographic position of Santiago Quiotepec, Oaxaca

#### Bioassays

Depending on the part of the plant used (aerial part, fruit, cortex, and leaves) extracts were obtained using solvents of different polarity (hexane, ethyl acetate, and methanol). The extracts were filtered and successively concentrated.

The following strains of bacteria were used: Gram-positive: *Enterococcus faecalis* ATCC 14506, 5 strains of *Staphylococcus aureus* (Clinical Case, ATCC 29213, 23MR, clinical case donated by the FES-C microbiology laboratory and clinical case donated by the University Hospital Campus Iztacala (CUSI) Clinical Analysis laboratory, 2 strains of *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228, Clinical Case), and *Micrococcus luteus* ATCC 10240, Gram-

negative: *Enterobacter aerogenes* ATCC 1304, *E. gergoviae* ATCC 33028, 2 strains of *Escherichia coli* (82MR, Clinical Case), *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *K. oxytoca* ATCC 8724, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enterica* ATCC 7251, *S. typhi* (Clinical Case), and *Serratia marcescens* ATCC 14756.

The antibacterial activity was measured by disc-diffusion and well-diffusion methods (Vanden Berghe & Vlietinck, 1991). The microorganisms were grown overnight at 37°C in 10 mL of Mueller Hinton broth (Bioxon). Using sterile saline solution, the cultures were adjusted to a turbidity comparable to that of McFarland No. 0.05 standard. Petri dishes containing Mueller Hinton agar (Bioxon) were impregnated with the microbial suspensions. Discs



(Whatman No. 5) of 5 mm diameter impregnated with 10 µL of each extract (final doses per disc: 2 mg of extracts). Discs impregnated with hexane, ethyl acetate and methanol were used as negative controls and discs of chloramphenicol (25 g) were used as positive controls. The plates were incubated overnight at 37°C and the diameter of any resulting inhibition zones (mm) was measured. Each experiment was repeated at least three times.

The estimate of the minimal inhibitory concentration (MIC) was carried out by the broth dilution method (Vanden Berghe and Vlietinck, 1991). Dilutions of plant extracts from 3.0 to 0.125 mg/mL were used. The tubes were inoculated with microorganism suspension of 10<sup>5</sup> CFU/mL. MIC values were defined as the lowest concentration of extract that completely inhibited bacterial growth after 24 h of incubation at 37°C. Chloramphenicol was used as reference, and appropriate controls with no extract and solvent were used. Each experiment was repeated at least three times.

## RESULTS

### Ethnobotanical survey

A total of 60 informants were interviewed, 66 species of plants used in the treatment of different diseases were mentioned, which belong to 34 families and 62 genera, being Asteraceae (12%), Fabaceae (9%), Lamiaceae (8%) and Euphorbiaceae (6%), the families that presented the highest number of species (Table No. 1). *Amphipterygium adstringens*, *Erethia latifolia* and *Aloe vera* were the most frequently mentioned species.

A total of 34 diseases were mentioned in the interviews, with 16% gastrointestinal diseases were the most common (stomachache, diarrhea, vomiting), 10% inflammatory process (external and internal), 7% diabetes and 6% respiratory diseases (cough, flu). In Santiago Quioitepec community, 74% of the plants reported, are used to treat some type of disease of infectious origin (gastrointestinal, inflammatory, gastritis, respiratory, gynecological, kidney, liver, dermatological, wounds and burns, odontological, fever and ophthalmological).

For each of the species mentioned in the interviews, botanical data and biological activities were obtained from bibliographic review, with special emphasis on antimicrobial activity. The species chosen to perform the evaluation of the antimicrobial activity were selected because they are

used to treat bacterial origin diseases in the community of Santiago Quioitepec, and did not have previous studies: *Ehretia latifolia*, *Cedrela oaxacensis*, *Neurolaena lobata*, *Merremia dissecta*, *Jefea pringlei*, *Bidens pilosa*, *Waltheria indica*, *Loeselia purpusii*, *Sida ciliaris*, *Melochia tomentosa*, *Crataegus mexicana*, *Echinopterys eglandulosa*, *Plumbago pulchella*, *Ziziphus amole*, *Rhamnus humboldtiana*. It's important to notice that all the species are native from Mexico.

### Evaluation of the antibacterial activity

The Table No. 2 and Table No. 3 (A,B) presents the results obtained in the bioassays. *Cedrela oaxacensis* and *Merremia dissecta* extracts showed no activity on any bacterial strain evaluated. When 13 of the 19 strains evaluated (Gram positive and negative) were inhibited the *Plumbago pulchella* hexane extract was the most active. The *Melochia tomentosa* methanolic extract inhibited 7 of the 19 strains evaluated (mainly Gram positive). Regarding the MIC, *Plumbago pulchella* hexane extract presented the lowest values, on *Staphylococcus aureus* (23MR, ATCC 29213) and *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228) strains it showed values of 0.25 mg/mL, also over *Pseudomona aeruginosa* strain *Echinopterys eglandulosa* hexanic extract showed a MIC of 0.25 mg/mL.

## DISCUSSION

Medicinal plants were used by 98% of the 60 informants. A 12% of the medicinal plants belong to the Asteraceae family, it occupies a predominant place in the flora of Mexico, with its 3,057 species is one of the most diverse, and represents about 13.5% of the total floristic wealth of the country (Villaseñor, 2003; Villaseñor, 2016).

Pérez-Negrón y Casas (2007) conducted an ethnobotanical study in which they mentioned a total of 252 species of useful plants, of which 88 are used by the community of Santiago Quioitepec as medicinal plants, in the present study only 47% (41 species) of these species are included, however, 27 species that were not mentioned in that study are reported. This may be due to the exchange of information regarding the use of plants that residents have with other nearby communities.

The species that has a higher frequency of mention is *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl. (Anacardiaceae), it's an endemic species of Mexico,

the cortex is used to treat more than 40 different diseases, including stomach cancer, gastritis and gastric ulcers. Secondary metabolites have been identified in some cases of the several biological activities evaluated (Arrieta *et al.*, 2003; Oviedo-Chávez *et al.*, 2004; Castillo-Juárez *et al.*, 2007; Rodríguez-García *et al.*, 2010; Rosas-Acevedo *et al.*, 2011; Rodríguez-Canales *et al.*, 2016).

Of the reported plants 74% are used to treat some type of infectious diseases (caused by bacteria, fungi, parasites) in the community of Santiago Quioitepec. Infectious diseases are an important cause of morbidity and mortality in México since they are responsible for more than 20% of the deaths in rural areas (INEGI, 2004). Although significant progress has been made in microbiological research and in the control of diseases caused by infectious organisms, the emergence of drug-resistant bacteria as well as the appearance of new pathogenic strains, require the discovery of new drugs or new alternatives such as medicinal plants (Harvey *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2016).

Of the mentioned species 73.8% have undergone antibacterial studies, evaluating their extracts on clinically relevant strains and only half of them have toxicological studies.

Of the 15 species selected to evaluate antibacterial activity, 87% have activities on Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Merremia dissecta* and *Cedrela oaxacensis* don't present antibacterial activity but maybe it have another biological activity on fungi, parasites or have anti-inflammatory or analgesic activity.

The species with activity mainly belong to Asteraceae and Malvaceae families. Both families have reported a wide range of natural products (sesquiterpene lactones, monoterpenes, alkaloids, polyacetylenes and various phenolic compounds) (Sharma *et al.*, 2016).

Some of the most active species are *Plumbago pulchella*, *Melochia tomentosa* and *Rhamnus humboldiana*. *Plumbago pulchella* hexanic extracts had better antibacterial activity. This species is used to treat skin infections in Santiago Quioitepec, the presence of naphthoquinones (plumbagina) has been reported in species of the genus *Plumbago* which has presented antimicrobial activity on *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* (Ribeiro de Paiva *et al.*, 2003). *Melochia tomentosa* possess tumorigenic activity in rats (O'Gara *et al.*, 1974), several types of alkaloids (Kapadia *et al.*, 1978; Kapadia *et al.*, 1980; Kapadia & Shukla, 1993) and coumarins (Shukla *et al.*, 1976; Kapadia *et al.*, 1977) are responsible for this activity. Several studies on *Rhamnus humboldiana* have reported the presence of toxic compounds (polyphenols) in the seeds, which can cause several neurological (Guerrero *et al.*, 1987, Becerra-Verdin *et al.*, 2009) and renal (Jaramillo-Juárez *et al.*, 1995) effects, the antibacterial activity of quinones obtained from the fruits and roots was also evaluated, showing activity on Gram-positive and Gram-negative strains (Mitscher *et al.*, 1985).

Species like *Jefea pringlei*, *Ehretia latifolia*, *Echinoperys egladulosa*, *Sida ciliaris*, *Cedrela oaxacensis* and *Loeselia purpusii* presented null biological activities in studies.

**Table No. 1**  
**Plants use in traditional medicine of Santiago Quioitepec, Oaxaca, México**

Family, Species (voucher specimen)	Common name	Disease treated <sup>(1)</sup>	Plant part used	Manner of use	Route of administration <sup>(2)</sup>	Mention frequency
<b>AMARANTHACEAE</b>						
<i>Amaranthus hybridus</i> L. (JOM063)	Quelite	HR	Leaves	Boil	T	1
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants (JOM043)	Epazote	PA, PV	Leaves	Boil	O	4
<b>AMARYLLIDACEAE</b>						
<i>Allium sativum</i> L. (JOM047)	Ajo	PV, ER	Bulb	Boil	O	3
<b>ANACARDIACEAE</b>						
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schtdl.) Standl. (JOM001)	Cuachalalá	PS, RI, DB, EG, DM, CT, AI, HE	Bark	Boil, Poulitice	O, T	38

<i>Schinus molle</i> L. (JOM062)	Pirul	EG	Aerial parts	Boil	O	1
<b>ANNONACEAE</b>						
<i>Annona cherimola</i> Mill. (JOM007)	Chirimoya	ER DM, AI	Fruit Leaves	Boil, Poultice	O, T	3
<i>Annona muricata</i> L. (JOM027)	Guanábana	CT, DB	Leaves	Boil	O	4
<b>APOCYNACEAE</b>						
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L. (JOM022)	Venenillo	HR	Seeds	Poultice	T	1
<b>ASPHODELACEAE</b>						
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f. (JOM032)	Sábila	EG, CV, DB, ER, HE, AI	Aerial parts	Juice, Poultice	O, T	23
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Artemisia absinthium</i> L. (JOM046)	Ajenjo	DB	Leaves	Boil	O	2
<i>Artemisia ludoviciana subsp. mexicana</i> (Willd. ex Spreng.) D.D. Keck (JOM041)	Estafiate/ hierba maestra	RE	Leaves	Boil	O	6
<i>Bidens pilosa</i> L. (JOM044)	Santa María	AI, MP	Leaves	Boil	O, B	3
<i>Jefea pringlei</i> (Greenm.) Strother (JOM042)	Árnica	AI, HE	Aerial parts Leaves	Boil, Poultice	O, T	4
<i>Matricaria chamomilla</i> L. (JOM038)	Manzanilla	EG, AI, UT, BE	Aerial parts	Boil	O	15
<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R.Br ex Cass (JOM040)	Acahuite	EG, RE	Leaves	Boil	O	7
<i>Tagetes erecta</i> L. (JOM014)	Flor de muerto	EG, BE	Flower	Boil	O	8
<i>Tagetes lucida</i> Cav. (JOM052)	Pericón	AI, MP	Leaves	Boil	O, B	2
<b>BIGNONIACEAE</b>						
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth (JOM006)	Tronadora	EG, DB, AD	Leaves	Boil	O	11
<b>BORAGINACEAE</b>						
<i>Ehretia latifolia</i> Loisel. (JOM002)	Topoya	RI, CT, AI, HE, EG, MP	Aerial parts	Boil	O, B	25
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray (JOM030)	Hierba del alacrán	PV	Aerial parts	Boil	O	10
<b>BURSERACEAE</b>						
<i>Bursera sp.</i> (JOM051)	Palo mulato	OD, SV	Aerial parts	Boil	O	2
<b>CACTACEAE</b>						
<i>Acanthocereus subinermis</i> Britton & Rose (JOM035)	Nopal de cruz	DB	Stem	Juice	O	2
<i>Opuntia sp.</i> (JOM028)	Nopal	DB, CT, EG, AI	Penca	Juice	O	7
<b>CONVOLVULACEAE</b>						
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f. (JOM024)	Hierba de la araña	EG, PV	Leaves	Boil, Poultice	O, T	5
<b>CRASSULACEAE</b>						
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.)	Belladona	OD	Leaves	Boil	O	1

(JOM016)						
<b>CURCUBITACEAE</b>						
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw (JOM056)	Chayote	CV	Leaves	Boil	O	1
<b>EQUISETACEAE</b>						
<i>Equisetum hyemale</i> L. (JOM017)	Cola de caballo	RI	Aerial parts	Boil	O	15
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Cnidioscolus tehuacanensis</i> Beckon (JOM008)	Mala mujer	DM, OD	Leaves Latex	Poultice	T	2
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch (JOM036)	Nochebuena	CV	Leaves	Boil	O	2
<i>Jatropha neopauciflora</i> Pax (JOM053)	Sangre de grado	HE	Leaves, Latex	Poultice	T	2
<i>Ricinus communis</i> L. (JOM011)	Grilla	EG	Leaves	Boil	O	4
<b>FABACEAE</b>						
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (JOM010)	Nacastle	PV, AI	Bark	Boil	O	5
<i>Eysehhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (JOM039)	Palo dulce/ palo azul	EG, DB, FD, AP, RI, AV	Bark	Boil	O	17
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (JOM034)	Guaje	PA, LX	Seeds	Boil	O	3
<i>Mimosa luisana</i> Brandegec (JOM065)	Uña de gato	CT	Seeds	Boil	O	2
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins (JOM009)	Mantecoso /Palo verde	PV, DM	Bark	Poultice	O, T	10
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston (JOM029)	Mezquite	EG, PV	Bark	Boil	O	2
<b>LAMIACEAE</b>						
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq. (JOM057)	Hoja de la Martina	EG, AP	Leaves, Fruit	Boil	O	2
<i>Marrubium vulgare</i> L. (JOM060)	Marrubio	FE, PL	Leaves	Boil	O	2
<i>Mentha spicata</i> L. (JOM015)	Hierbabuena	EG, RE	Aerial parts	Boil	O	12
<i>Ocimum basilicum</i> L. (JOM021)	Albahaca	CV, LI	Aerial parts	Boil	O	10
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (JOM064)	Romero	MP	Leaves	Boil	B	1
<b>LAURACEAE</b>						
<i>Persea americana</i> Mill. (JOM033)	Aguacate	AI, EG, MP, LA	Leaves	Boil	O, B	13
<b>MALPIGHIACEAE</b>						
<i>Echinopterys eglandulosa</i> (A. Juss.) Small (JOM059)	Mal de ojo	OF	Flowers	Boil	T	1
<b>MALVACEAE</b>						
<i>Melochia tomentosa</i> L. (JOM025)	Tapacola	EG	Aerial parts	Boil	O	2
<i>Sida ciliaris</i> L. (JOM045)	Abrojo	RI	Aerial parts	Boil	O	2
<i>Waltheria indica</i> L. (JOM031)	Cenizo	EG, DB	Aerial	Boil	O	3

			parts			
<b>MARTYNIACEAE</b>						
<i>Martynia annua</i> L. (JOM012)	Torito	CT	Seeds	Boil	O	1
<b>MELIACEAE</b>						
<i>Cedrela oaxacensis</i> C. DC. Rose (JOM019)	Cedro	CT, CV, AI, DM, PS	Bark	Boil	O	14
<b>MYRTACEAE</b>						
<i>Eucalyptus</i> sp. (JOM050)	Eucalipto	ER	Leaves	Boil	O	3
<i>Psidium guajava</i> L. (JOM005)	Guayaba	EG, BE, ER	Aerial parts	Boil	O	11
<b>NYCTAGINACEAE</b>						
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd. (JOM003)	Bugambilia	ER	Flower	Boil	O	11
<b>PLUMBAGINACEAE</b>						
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss (JOM066)	Hierba del negrito	CO	Leaves	Poultice	T	1
<b>POACEAE</b>						
<i>Arundo donax</i> L. (JOM055)	Carrizo	EG, MP	Aerial parts	Boil	O	2
<i>Zea mays</i> L. (JOM048)	Pelo de elote	RI	Hair	Boil	O	2
<b>POLEMONIACEAE</b>						
<i>Loeselia purpusii</i> Brandege (JOM049)	Espinosillo	ER	Aerial parts	Boil	O	3
<b>RHAMNACEAE</b>						
<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd ex Schult. (JOM058)	Hoja de venado	AI	Leaves	Poultice	T	1
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. (JOM023)	Cholulo	CO	Fruit	Poultice	T	1
<b>ROSACEAE</b>						
<i>Crataegus mexicana</i> Mot & Sess, ex DC. (JOM054)	Tejocote	ER	Fruit	Boil	O	2
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. (JOM061)	Níspero	CV	Leaves	Boil	O	1
<b>RUTACEAE</b>						
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck (JOM026)	Limón	AP, AX, DB, EG	Aerial parts	Boil	O	8
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck (JOM037)	Naranja	ER, MP	Leaves, Fruit	Boil	O, B	5
<i>Ruta chalepensis</i> L. (JOM020)	Ruda	CV, EG, LI	Aerial parts	Boil	O	12
<b>SAPOTACEAE</b>						
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen (JOM013)	Chicozapote	PF	Leaves, Seeds	Boil	O	1
<b>SELAGINELLACEAE</b>						
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook & Grev.) Spring (JOM018)	Siemprevi va	EG, RI, AI	Leaves	Boil	O	13
<b>VERBENACEAE</b>						
<i>Lippia graveolens</i> Kunth (JOM004)	Orégano de monte	BE, EG, AI	Aerial parts	Boil	O	16

(1): AD: antidepressant; AI: inflammatory; AP: appetizer; AV: abortive; AX: anxiolytic; BE: Hangover; CO: Itch; CT: cancer/ tumor; CV: cardiovascular; DB: diabetes; DM: skeletal-muscular pain; EG: gastrointestinal; ER: respiratory; FD: fertility; FE: fever; HE: wounds, cuts, burns; HR: hemorrhoids; LA: lactation; LI: clean the air; LX: laxative;

MP: after delivery; OD: odontological; OF: ophthalmologic; PA: antiparasitic; PF: facial paralysis; PL: malaria; PS: purify the blood; PV: pickets; RE: reflux; RI: kidney; SV: smallpox; UT: menstruation.  
(2): O: oral; T: topical, B: bath.

**Table No. 2A**  
**Antibacterial activity of medicinal plants of Santiago Quiotepec, Oaxaca against Gram-positive bacteria**  
**Inhibition zones (mm) and Minimal inhibitory concentration (mg/ml)**

Specie	E	<i>S.a</i> <sup>(1)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(2)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(3)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(4)</sup>	<i>S.a</i> <sup>(5)</sup>
Chloramphenicol	25 µg	16.3 ± 0.5	22.3 ± 0.5	22.3 ± 0.5	20.0 ± 0.0	22.3 ± 0.5
	MIC (µg/mL)	2.0	4.0	7.0	8.0	7.0
<i>Jefea pringlei</i>	M	6.0 ± 0.0	na	na	na	na
	MIC	> 3.0				
<i>Ehretia latifolia</i>	M	na	6.0 ± 0	Na	na	na
	MIC		> 3.0			
<i>Melochia tomentosa</i>	M	14.6 ± 0.6	11.6 ± 0.6	13.6 ± 0.6	na	na
	MIC	> 3.0	1.5	> 3.0		
<i>Plumbago pulchella</i>	H	23.5 ± 0.7	21.0 ± 0.0	17.0 ± 0.0	6.5 ± 0.7	na
	MIC	0.25	0.5	0.25	0.25	
	AC	na	na	15.5 ± 0.7	na	na
	MIC			0.5		
	M	9.0 ± 0.0	10.0 ± 1.4	8.0 ± 1.4	na	na
	MIC	3.0	3.0	3.0		
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	H	7.0 ± 1.0	na	8.0 ± 1.0	8.3 ± 1.15	na
	MIC	> 3.0		> 3.0	> 3.0	
	M	8.3 ± 0.6	7.3 ± 0.6	7.7 ± 0.6	na	na
	MIC	> 3.0	> 3.0	> 3.0		
	AC	na	na	na	na	Na
<i>Sida ciliaris</i>	MIC					
	H	na	15.0 ± 0.0	na	16.0 ± 0.1	8.3 ± 0.1
<i>Ziziphus amole</i>	MIC		> 3.0		> 3.0	> 3.0
	AC	na	na	Na	15.0 ± 0.0	na
	MIC				> 3.0	
	M	na	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0	na
	MIC			> 3.0	> 3.0	
<i>Crataegus mexicana</i>	H	na	12.0 ± 0.0	na	10.0 ± 0	na
	MIC		> 3.0		> 3.0	
	M	6.0 ± 0.0	na	na	na	na
	MIC	> 3.0				
	AC	na	10.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0	15.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0
<i>Bidens pilosa</i>	MIC		1.0	1.5	0.75	0.5
	H	na	na	na	15.0 ± 0.0	na
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	MIC				> 3.0	
	AC	na	Na	na	15.0 ± 0.0	na
	MIC				> 3.0	
	M	na	6.0 ± 0.0	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
	MIC		> 3.0		> 3.0	> 3.0

E: extract, H: Hexane, AC: Ethyl acetate, M: Methanol; *S.a*: *Staphylococcus aureus*; <sup>(1)</sup>: cc, <sup>(2)</sup>: FES-C, <sup>(3)</sup>: 23MR, <sup>(4)</sup>: ATCC 29213, <sup>(5)</sup>: CUSI. na: no active.

**Table No. 2B**  
**Antibacterial activity of medicinal plants of Santiago Quiotepec, Oaxaca against Gram-positive bacteria**  
**(Inhibition zones (mm) and Minimal inhibitory concentration (mg/ml))**

Specie	E	<i>S.e</i> <sup>(6)</sup>	<i>S.e</i> <sup>(7)</sup>	<i>M.I</i>	<i>E.f</i>
Chloramphenicol	25µg	18.0 ± 0.8	19.0 ± 0.0	32.0 ± 0.0	16.0 ± 0.8
	MIC (µg/mL)	2.0	2.0	2.0	3.0
<i>Jefea pringlei</i>	M	na	na	7.6 ± 0.6	6.0 ± 0.0
	MIC			> 3.0	> 3.0
<i>Ehretia latifolia</i>	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
<i>Melochia tomentosa</i>	M	13.0 ± 1.0	12.0 ± 1.7	16.0 ± 1.0	9.6 ± 1.1
	MIC	> 3.0	> 3.0	1.0	> 3.0
<i>Plumbago pulchella</i>	H	27.5 ± 2.1	22.0 ± 1.4	19.5 ± 3.5	16.5 ± 0.7
	MIC	0.25	3.0	3.0	1.5
	AC	na	24 ± 4.2	15 ± 0	12.5 ± 2.1
	MIC		2.0	2.0	2.0
	M	9.0 ± 0.0	na	na	7.3 ± 1.7
	MIC	> 3.0			> 3.0
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	M	7.6 ± 1.1	6.0 ± 0.0	na	7.7 ± 0.6
	MIC	> 3.0	> 3.0		> 3.0
<i>Sida ciliaris</i>	AC	6.0 ± 0.0	na	na	na
	MIC	> 3.0			
<i>Ziziphus amole</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	6.0 ± 0.0	na
	MIC			> 3.0	
<i>Crataegus mexicana</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Bidens pilosa</i>	AC	8.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	na	na
	MIC	0.75	1.5		
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0

E: extract, H: Hexane, AC: Ethyl acetate, M: Methanol; *S.e*: *Staphylococcus epidermidis*, *M.I*: *Micrococcus luteus*, *E.f*: *Enterococcus faecalis*; <sup>(6)</sup>: ATCC 12228, <sup>(7)</sup>: FES-C. na: no active.

**Table No. 3A**  
**Antibacterial activity of medicinal plants of Santiago Quiotepec, Oaxaca againsts Gram-negative bacteria**  
**(Inhibition zones (mm) and Minimal inhibitory concentration (mg/ml))**

Specie	E	<i>E. c</i> <sup>(5)</sup>	<i>E. c</i> <sup>(8)</sup>	<i>K. o</i>	<i>K. p</i>
Chloramphenicol	25µg	23.0 ± 0.0	22.6 ± 0.5	20.6 ± 0.5	27.0 ± 0.0
	MIC (µg/mL)	4.0	4.0	1.0	1.0
<i>Jefea pringlei</i>	M	6.0 ± 0.0	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
	MIC	> 3.0		> 3.0	> 3.0
<i>Ehretia latifolia</i>	H	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	H	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				3.0
<i>Melochia tomentosa</i>	AC	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	MIC				> 3.0
<i>Plumbago pulchella</i>	H	7.5 ± 0.7	6.0 ± 0.0	16.5 ± 2.1	na
	MIC	1.5	3.0	3.0	
	AC	6.5 ± 0.7	6.0 ± 0.0	14.5 ± 0.7	na
	MIC	2.0	2.0	2.0	
	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	MIC				> 3.0
	H	na	na	na	7.3 ± 0.6
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	7.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
<i>Waltheria indica</i>	M	na	na	na	7.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	H	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	H	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
<i>Sida ciliaris</i>	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
<i>Loeselia purpusii</i>	MIC				> 3.0
	H	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
<i>Neurolaena lobata</i>	M	na	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
	MIC			> 3.0	> 3.0
	H	na	na	na	7.3 ± 0.6
	MIC				> 3.0
	AC	na	na	na	6.6 ± 0.6
	MIC				> 3.0



	M	na	na	na	6.0 ± 0.0
	MIC				> 3.0
<i>Ziziphus amole</i>	H	na	Na	na	na
	MIC				
	M	na	6.0 ± 0.0	na	na
	MIC		> 3.0		
<i>Bidens pilosa</i>	AC	na	8.0 ± 0.0	na	na
	MIC		1.5		

E: extract, H: Hexane, AC: Ethyl acetate, M: Methanol; *E.c.*: *Escherichia coli*, *K.o.*: *Klebsiella oxytoca*, *K.p.*: *Klebsiella pneumoniae*,<sup>(5)</sup>CUSI, <sup>(8)</sup>: 82MR. na: no active.

**Table No. 3B**  
Antibacterial activity of medicinal plants of Santiago Quiotepec, Oaxaca against Gram-negative bacteria (Inhibition zones (mm) and Minimal inhibitory concentration (mg/ml))

Specie	E	<i>S.en</i>	<i>S.t</i>	<i>P.a</i>	<i>S.m</i>
Chloramphenicol	25µg	19.3 ± 0.47	20.0 ± 0.0	10.0 ± 0.5	16.0 ± 0.8
	MIC (µg/mL)	1.0	2.0	2.0	1.0
<i>Jefea pringlei</i>	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Ehretia latifolia</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Melochia tomentosa</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
<i>Plumbago pulchella</i>	H	8.0 ± 1.4	10.5 ± 0.7	na	na
	MIC	3.0	3.0		
	AC	na	11.5 ± 0.7	na	na
	MIC		2.0		
	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	H	na	na	10.0 ± 0.0	na
	MIC			0.25	
	AC	na	na	6.0 ± 0.0	na
	MIC			> 3.0	
	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Waltheria indica</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	na	na
	MIC				
<i>Sida ciliaris</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	na	na	na	na
	MIC				

<i>Loeselia purpusii</i>	H	na	na	na	na
	MIC				
	AC	na	na	na	na
	MIC				
	M	6.0 ± 0.0	na	na	na
	MIC	> 3.0			
<i>Neurolaena lobata</i>	H	na	na	6.0 ± 0.0	na
	MIC			> 3.0	
	AC	na	na	6.6 ± 0.6	na
	MIC			> 3.0	
	M	na	7.0 ± 0.0	6.6 ± 1.1	na
	MIC		> 3.0	> 3.0	
<i>Ziziphus amole</i>	H	6.0 ± 0.0	na	6.0 ± 0.0	na
	MIC	> 3.0		>3.0	
	M	6.0 ± 0.0	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
	MIC	> 3.0		> 3.0	> 3.0
<i>Bidens pilosa</i>	AC	na	na	na	na
	MIC				

E: extract, H: Hexane, AC: Ethyl acetate, M: Methanol; S.en: *Salmonella enterica*, S.t: *Salmonella typhi*, P.a: *Pseudomonas aeruginosa*, S.m: *Serratia marcescens*. na: no active

#### CONCLUSIONS

In Santiago Quioitepec community 98% of the informants use medicinal plants to cure some type of disease, being the most common the gastrointestinal diseases.

Most of the evaluated species (87%) have antibacterial activities on strains of clinical importance.

#### ACKNOWLEDGMENTS

It's deeply appreciated the participation of the people of Santiago Quioitepec for the information they offered to us. We specially thank María de los Ángeles Mora-Villa, Martín López-Carrera, Hector Cervantes-Maya, María Edith López-Villafranco for technical assistance. We are also grateful to Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM. This work is a requirement of the Julieta Orozco-Martínez.

#### REFERENCES

- Arrieta J, Benitez J, Flores E, Castillo C, Navarrete A. 2003. Purification of gastroprotective triterpenoids from the stem bark of *Amphipterygium adstringens*; role of prostaglandins, sulfhydryls, nitric oxide and capsaicin-sensitive neurons. *Planta Med* 69: 905 - 909. <https://doi.org/10.1055/s-2003-45098>
- Ávila-Acevedo JG, García-Bores AM, Martínez-Ramírez F, Hernández-Delgado CT, Ibarra-Barajas M, Romo De Vivar A, Flores-Maya S, Velasco-Lara P, Cespedes CL. 2012. Antihyperglycemic effect and genotoxicity of *Psittacanthus calyculatus* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 11: 345 - 353.
- Becerra-Verdin EM, Bermúdez-Barba MV, Salazar-Leal ME, Rodríguez JA, Romero-Díaz V, Soto-Domínguez A, Ballesteros-Elioconzo RG, Saucedo-Cardenas O, Piñeyro LA, Sepúlveda-Saavedra J. 2009. *Karwinskia humboldtiana* (buckthorn) fruit causes Central Nervous System damage during chronic intoxication in the rat. *Toxicol* 53: 645 - 651. <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2009.01.024>
- Canales M, Hernández T, Romo de Vivar A, Avila G, Duran A, Lira R. 2005. Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México. *J Ethnopharmacol* 97: 429 - 439. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.11.013>
- Casas A, Valiente-Baunet A, Viveros JL, Dávila P, Lira R, Caballero J, Cortés L, Rodríguez I. 2001. Plant resources of the Tehuacán Valley, Mexico. *Econ Bot* 55: 129 - 166. <https://doi.org/10.1007/bf02864551>
- Castillo-Juárez I, Rivero-Cruz F, Celis H, Romero I. 2007. Anti-*Helicobacter pylori* activity of anacardic acids from *Amphipterygium adstringens*. *J Ethnopharmacol* 114: 72 - 77. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.022>

- García E. 1981. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen**. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Guerrero M, Piñeyro A, Waksman N. 1987. Extraction and quantification of toxins from *Karwinskia humboldtiana* (Tullidora). **Toxicol** 25: 565 - 568. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(87\)90292-3](https://doi.org/10.1016/0041-0101(87)90292-3)
- Harvey AL, Edrada-Ebel R, Quinn RJ. 2015. The re-emergence of natural products for drug discovery in the genomics era. **Nat Rev Drug Discov** 14: 111 - 129. <https://doi.org/10.1038/nrd4510>
- Hernández D, Orozco J, Serrano R, Duran A, Meraz S, Jimenez-Estrada M, García-Bores A, Avila JG, Hernández T. 2014. Temporal variation of chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer and Schultes: Boraginaceae. **Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat** 13: 100 - 108.
- Hernández T, Canales M, Avila JG, Duran A, Caballero J, Romo de Vivar A, Lira R. 2003. Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). **J Ethnopharmacol** 88: 181 - 188. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(03\)00213-7](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(03)00213-7)
- Hernández T, Canales M, Teran B, Avila O, Duran A, García AM, Hernandez H, Angeles-Lopez O, Fernandez-Araiza M, Avila G. 2007. Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Cordia curassavica* (Boraginaceae). **J Ethnopharmacol** 111: 137 - 141. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.002>
- Hernández T, Canales M, García AM, Duran A, Meráz S, Dávila P, Ávila G. 2008. Antifungal activity of the essential oils of two Verbenaceae: *Lantana achyranthifolia* and *Lippia graveolens* of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). **Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat** 7: 203 - 207.
- Hernández T, Canales M, Duran A, García AM, Avila JG, Hernandez-Portilla L, Alvarado M, Romero M, Teran B, Davila P, Lira R. 2009. Variation in the hexanic extract composition of *Lippia graveolens* in an arid zone from México: Environmental influence or true chemotypes?. **Open Plant Sci J** 3: 29 - 34. <https://doi.org/10.2174/1874294700903010029>
- Hernández T, García-Bores AM, Serrano R, Ávila G, Davila P, Cervantes H, Peñalosa I, Flores-Ortiz CM, Lira R. 2015. Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. **Tip Rev Espec Cienc Quím Biol** 18: 116 - 121. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2015.09.003>
- INEGI. 2004. **Estadísticas del sector salud y Seguridad Social** N° 20. México.
- INEGI. 2010. **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=201770014>
- Jaramillo-Juárez F, Ortiz GG, Rodríguez-Vázquez ML, Falcón-Franco MA, Feria-Velasco A. 1995. Renal failure during acute toxicity produced by *Tullidora* ingestion (*Karwinskia humboldtiana*). **Gen Pharmacol** 26: 649 - 653. [https://doi.org/10.1016/0306-3623\(95\)94004-z](https://doi.org/10.1016/0306-3623(95)94004-z)
- Kapadia GJ, Shukla YN, Chowdhury BK, Basak SP. 1977. Phenylpentylisatins: a novel class of alkaloids from *Melochia tomentosa*. **J Chem Soc Chem Comm** 24: 535 - 536. <https://doi.org/10.1039/c39770000535>
- Kapadia GJ, Shukla N, Basak SP. 1978. Melovinone, an open chain analogue of melochinone from *Melochia tomentosa*. **Phytochemistry** 17: 1444 - 1445. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)94614-4](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)94614-4)
- Kapadia GJ, Dhukla N, Basak SP. 1980. The melosatins- a novel class of alkaloids from *Melochia tomentosa*. **Tetrahedron** 36: 2441 - 2447. [https://doi.org/10.1016/0040-4020\(80\)80221-3](https://doi.org/10.1016/0040-4020(80)80221-3)
- Kapadia GJ, Shukla YN. 1993. Melosatin D: a new isatin alkaloid from *Melochia tomentosa* Roots. **Planta Med** 59: 568 - 569. <https://doi.org/10.1055/s-2006-959766>
- Kayani SAM, Sultana S, Khan ZS, Zafar M, Yaseen G, Hussain M, Bibi T. 2015. Ethnobotany of medicinal plants among the communities of Alpine and Sub-alpine regions of Pakistan. **J Ethnopharmacol** 164: 186 - 202. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.02.004>
- Lira R, Casas A, Rosas-López R, Paredes-Flores M, Pérez-Negrón E, Rangel-Landa S, Solís L, Torres I, Dávila P. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. **Econ Bot** 63: 271 - 287. <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9075-6>
- Mitscher LA, Gollapudi SR, Oburn DS, Drake S. 1985. Antimicrobial agents from higher plants: two dimethylbenziso-chromans from *Karwinskia humboldtiana*. **Phytochemistry** 24: 1681 - 1683. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)82534-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)82534-0)

- O'Gara RW, Lee CW, Morton JF, Kapadia GJ, Dunham LJ. 1974. Sarcoma induced in rats by extracts of plants and by fractionated extracts of *Krameria ixina*. **J Nat Cancer Inst** 52: 445 - 448. <https://doi.org/10.1093/jnci/52.2.445>
- Oviedo-Chávez I, Ramírez-Apan T, Soto-Hernández M, Martínez-Vázquez M. 2004. Principles of the bark of *Amphipterygium adstringens* (Julianaceae) with anti-inflammatory activity. **Phytomedicine** 11: 436 - 445. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2003.05.003>
- Pérez-Negrón E, Casas A. 2007. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. **J Arid Environ** 70: 356 - 379. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.12.016>
- Ribeiro de Paiva S, Figueiredo MR, Aragão TV, Coelho KMA. 2003. Antimicrobial activity *in vitro* of Plumbagin isolated from *Plumbago* species. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 98: 959 - 961. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762003000700017>
- Rodríguez-Canales M, Jiménez-Rivas R, Canales-Martínez MM, García-López AJ, Rivera-Yáñez N, Nieto-Yañez O, Ledesma-Soto Y, Sánchez-Torres LE, Rodríguez-Sosa M, Terrazas LI, Rodríguez-Monroy MA. 2016. Protective effect of *Amphipterygium adstringens* extract on dextran sulphate sodium-induced ulcerative colitis in mice. **Mediators Inflamm** Article ID 8543561, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/8543561>
- Rodríguez-García A, Galan-Wong LJ, Arevalo-Niño K. 2010. Development and *in vitro* evaluation of biopolymers as a delivery system against periodontopathogen microorganisms. **Acta Odontol Latinoam** 23: 158 - 163.
- Rosas-Acevedo H, Terrazas T, González-Trujano ME, Guzmán Y, Soto-Hernández M. 2011. Anti-ulcer activity of *Cyrtocarpa procera* analogous to that of *Amphipterygium adstringens*, both assayed on the experimental gastric injury in rats. **J Ethnopharmacol** 134: 67 - 73. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.057>
- Serrano PR, Cruz BV, Cobos DS, Anaya-Lang AL, Jimenez-Estrada M, Canales- Martínez M. 2012. Anti-inflammatory, analgesic and antioxidant properties of *Bursera morelensis* bark from San Rafael, Coxcatlán, Puebla (México): Implications for cutaneous wound healing. **J Med Plants Res** 6: 5609 - 5615.
- Sharma A, Flores-Vallejo RC, Cardoso-Taketa A, Villareal ML. 2016. Antibacterial activities of medicinal plants used in Mexican traditional medicine. **J Ethnopharmacol** 17: 264 - 329. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.04.045>
- Shukla YN, Sokoloski EA, Fales HM, Kapadia GJ. 1976. 6-Methoxy-7,8-methylenedioxy coumarin from *Melochia tomentosa*. **Phytochemistry** 15: 1788. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)97491-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)97491-0)
- Vanden Berghe DA, Vlietinck AJ. 1991. **Screening methods for antibacterial and antiviral agents from higher plants**. In: Dey PM, Harborne JB, Hostettmann K. (Eds.), *Methods in plant biochemistry assay for bioactivity*. Academic Press, London, UK.
- Villaseñor JL. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. **Interciencia** 28: 160 - 167.
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. **Rev Mex Biodivers** 87: 559 - 902.

MS  
Editions