



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

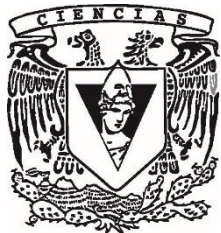
Etnobotánica de Santiago Huaucilla, Oaxaca y
evaluación farmacológica de *Zinnia peruviana*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O
P R E S E N T A:

Antonio Amado Nambo Camacho



DIRECTOR DE TESIS:
Dra. Eva Aguirre Hernández
2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Datos del jurado

1. Datos del alumno

**Nambo
Camacho
Antonio Amado
56 22 48 00
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología**

2. Datos del Sinodal 1

**Doctora
Martha Juana
Martínez
Gordillo**

3. Datos del Sinodal 2

**Doctor
René de Jesús
Cárdenas
Vázquez**

4. Datos del Tutor y Sinodal 3

**Doctora
Eva
Aguirre
Hernández**

5. Datos del Sinodal 4

**M. en C.
Armando
Gómez
Campos**

6. Datos del Sinodal 5

**Q. A.
Verónica
Muñoz
Ocotero**

7. Datos del trabajo escrito

**Etnobotánica de Santiago Huaucilla, Oaxaca y evaluación farmacológica de
*Zinnia peruviana***

DEDICATORIA

**A mis abuelos con amor,
Rosa, Margarita y Jesús, por siempre conmigo.**

“El tiempo y el hombre son los ingredientes de la historia; pero pueden también ser sus disolventes, cuando el hombre, al olvidarse del tiempo, se disuelve en él, sin dejar rastro de sí mismo...”

Jorge Fernando Iturribarria Bolaños, académico, historiador, político y hombre ilustre de Oaxaca. *Historia de Oaxaca*. Tomo uno (1933).

La ciencia es una parte integral de la cultura. No es esta cosa extranjera, realizada por un arcano sacerdocio. Es una de las glorias de la tradición intelectual humana.

Stephen Jay Gould

Agradecimientos académicos

A mi directora de tesis, la doctora Eva Aguirre Hernández, por brindarme la mano, por ayudarme en todo lo que puede, por su inmedible apoyo, por su ejemplo de sencillez, por brindarme su confianza, por haberme permitido vivir experiencias nuevas y enriquecedoras, por ser siempre el mejor ejemplo de la vocación e interés por la formación de sus alumnos, una profesora. Gracias por todo, siempre estaré agradecido.

A la Q. A. Verónica Muñoz Ocotero. Gracias por ser mi sinodal, por tus acertados consejos, por enseñarme de manera siempre grata a mejorar el trabajo en el laboratorio. Por ser parte fundamental de este proyecto de tesis y mostrar un interés muy valioso a hacia mi formación profesional.

Al biólogo Héctor Francisco Nieto López por toda su ayuda para la realización de la parte etnobotánica de este trabajo. Gracias por el apoyo en campo, por la identificación de ejemplares, por la recopilación de información y por dar parte de este trabajo a nombre mío cuando estuve de viaje. Eres parte muy importante de este proyecto, gracias por el apoyo y por tu amistad.

Al biólogo Pedro Tenorio Lezama por su amable apoyo en la identificación de buena cantidad de ejemplares botánicos que forman parte de este trabajo de tesis. Muchas gracias.

A la doctora Martha Juana Martínez Gordillo por su oportuno apoyo en la identificación de las especies del género *Salvia* que se presentan en este trabajo de tesis. Por ser mi sinodal, por sus acertadas aportaciones y su agradable asesoría académica.

Al M. en C. Armando Gómez Campos por sus consejos para la mejora de esta tesis en la parte etnobotánica, por ser mi sinodal y brindarme oportunas reflexiones sobre las cuestiones académicas de este trabajo.

Al doctor René de Jesús Cárdenas Vázquez por su apoyo como sinodal en este trabajo de tesis y por facilitarme la conclusión de mis estudios profesionales sin mayor demora.

Al M. en C. Francisco Basurto Peña por su apoyo en la organización e identificación de ejemplares botánicos y por ser integrante del futuro de este proyecto.

A Laura Martínez Martínez por su valiosa y siempre amable ayuda durante todas las pruebas farmacológicas en el Instituto Nacional de Psiquiatría. Por su ayuda en el análisis de los resultados y la construcción de gráficas. Gracias por compartir conmigo tu gran conocimiento sobre el tema y tus sugerencias para la metodología en este proyecto.

A la doctora María Eva González Trujano por permitirme trabajar en su laboratorio en el Instituto Nacional de Psiquiatría y brindarme el apoyo necesario para realizar las pruebas farmacológicas.

A mi compañera de laboratorio, la bióloga Laura Yunuen Hernández Sánchez por su apoyo en algunas pruebas con ratones en el modelo de Wrigthing, por adjuntarse a la continuación de este proyecto y avanzar con la determinación de ejemplares botánicos.

A la doctora Aida Nelly García Argaez, porque fue una fortuna su compañía y su apoyo académico en la Universidad de Padova. Gracias por las charlas, las caminatas, las historias, los consejos

(personales e intelectuales) y como podría negarlo, ¡la comida también! Es una gran ser humano, le agradezco todo lo que me brindó y el tremendo apoyo y confianza a un desconocido.

To the Professoressa Lisa dalla Via, for supporting me in everything she could and generous welcome. For allowing me to perform some of the experiments of this thesis in his laboratory in the University of Padova, and giving me the confidence to be part of your team, at least during the week that I visited. I felt at home. Grazie mille.

To Chiara Domeneghetti and Matteo Lauricella for being my fellows and give me your kind help during my visit to the University of Padova. I appreciate your explanations about the uses of equipment and procedures to follow. I also appreciate the funny moments generated by the mixture of our three languages. Grazie mille.

A la unidad de Bioterio de la Facultad de Medicina de la UNAM, por el apoyo brindado para la realización de este proyecto, agradeciendo de forma particular al Dr. Enrique Pinzón Estrada, al Dr. Ismael Torres Saldaña y al Dr. Víctor Manuel Salgado Alfaro.

A la UNAM por permitirme ser parte de ella y ser mi *alma mater*. Por permitirme con orgullo representarla en los ámbitos académicos y deportivos. ¡México, Pumas, Universidad! por siempre.

Agradecimientos personales

A mis padres por haberme brindado todo lo necesario para concluir mis estudios hasta este punto y apoyarme siempre.

A mi mamá, por ser la mejor, por hacer todo para que estemos bien, por enseñarme siempre de la mejor manera, por escucharme y darme siempre el mejor consejo, por ser un ejemplo para mí, por dar todo de ti para mis hermanos y para mí. Te amo.

A mi papá, porque de varias formas me enseñaste a ser valiente, a buscar nuevos retos y afrontarlos, a ser agradecido, a tomar decisiones, por buscar que mis hermanos y yo seamos mejores y preocuparte por nosotros, por enseñarme cuestiones básicas de la vida que son de lo más importante para mí. Te amo.

A mis abuelos, por ser parte esencial en mi vida. Por sus enseñanzas, porque sus recuerdos serán siempre parte de lo más preciado en mi vida, porque atesoro cada segundo que pasé con ustedes, porque con sus palabras, sus acciones y su cariño me hicieron una mejor persona, porque las palabras desbordarían estas páginas si quisiera describir la forma en que ustedes marcaron mi ser. Los amo.

A Andrea, por ser tú. Porque eres una persona bonita, por ser mi compañera en casi toda la carrera y compartir conmigo la fascinación por la vida. Por apoyarme en los momentos difíciles, por estar en mis alegrías, por impulsarme a ser mejor, porque siempre 'estoy feliz por dentro', por todos los recuerdos maravillosos, porque con nadie mejor pude conocer y vivir experiencias tan gratas, tanto en lo personal como en lo profesional. Por dar todo de ti sin pedir nada a cambio, por creer en mí, por lidiar con mis locuras, por conocerme tanto, por tomar mi mano. Sin ti mi carrera hubiese sido menos maravillosa. Te amo.

A mis hermanos Daniela y Jesús, por escucharme cuando es necesario, porque siento su cariño y me reconforta, por permitirme ser su hermano mayor. Los amo.

A mi abuelo, Jesús Camacho Sánchez, por ser un ejemplo para mí, por haberme hecho tan feliz, porque era indescriptible escuchar tus anécdotas, porque quizá nunca entenderé como gané las palabras tan hermosas que me regalabas, pero que sin duda me alientan a mejorar como ser humano, a no apartar la vista de mis objetivos, a querer ser más como tú. Te extraño diario y te pienso diario, y aunque sólo de manera anticipada lo supiste, me faltó apurarme un poco más para poder regalarte esta tesis que a ti dedico.

A mi abuela, Margarita Díaz Martínez, por todo su amor, por hacerme sentir tan bien con una palabra, con un abrazo o con un beso. Porque me alientas a mejorar siempre, porque constantemente tienes los mejores consejos que no sé de donde sabes que tienes que darme. Por creer en mis metas profesionales, porque soy feliz al poder entregarte esta tesis dedicada a ti. Porque diario pienso en ti, porque soy el más afortunado por tenerte como mi abuela.

A mi abuela, Rosa Zúñiga Arredondo, por su cariño, por las tardes que disfruté de su compañía, por los higos y los chiles, por las memorias de olores y sabores. Porque soy afortunado por haber tenido tu franco cariño, por haberme mostrado cuanto me querías. Espero que entre las últimas miradas

que me regalaste, se hayan podido filtrar las palabras que anticipaban mi dedicatoria a ti de esta tesis y mis palabras de cuan bien me siento por haberte tenido como mi abuela.

A Ana Leticia Hernández Julián, por escucharme siempre, por sus consejos, por no olvidarme, por ser mi gran amiga, por “jalarme las orejas”, por ser mi confidente incansable, por nuestras largas charlas y por un vínculo que espero que dure siempre. Por ser un ejemplo envidiable de esfuerzo académico y constancia, te admiro Leti.

A Filiberto García Perea, por su ejemplo de gusto por el conocimiento, por luchar para mantener las raíces de su gente, por buscar dar conocimiento. Por llevarme a conocer sitios donde pocos han pisado y “darle de beber a la tierra”. Por dar la pauta para el comienzo de este proyecto en Santiago Huaucilla. Gracias por ser mi cuate.

A Pichi, Víctor y Rulo. Gracias por ser mis hermanos no sanguíneos, por estar siempre, por escuchar siempre, por ser incondicionales, por los grandes momentos, por ser mis cómplices, por ser mis mejores amigos, por nunca separarnos.

A Eduardo Mayen porque aunque las circunstancias nos han tenido alejados, que sería de mí sin todas las horas de filosofía, física, biología y el universo que compartimos en compañía de un buen café. Por ser ejemplo de la palabra amigo y amistad, por no olvidarte de mí a pesar de mis descuidos. Porque atesoro cada minuto de nuestras dichosas charlas sobre las cuestiones de la vida.

A todos mis familiares, que siempre me han apoyado de formas muy variadas y han aportado de alguna u otra forma a que continúe en el camino que he buscado.

A Patricia Torres Barrera por compartir conmigo el gusto por la ciencia, las palabras y el lenguaje, por ser ahora mi amiga y darme ánimos en la recta final de este trabajo de tesis.

A todos mis compañeros durante la carrera que me llenaron la memoria con experiencias y recuerdos inolvidables.

A todos los habitantes de Santiago Huaucilla por su generoso apoyo. Ustedes dieron la materia prima para la realización de este trabajo. Espero que esta tesis ayude a preservar el legado de un pueblo que se resiste y lucha contra el olvido. Agradezco especialmente a:

-Filiberto García Perea
-Ángel Reyes
-Angélica Reyes Hernández
-Asunción Nicolás Cruz
-Aurelio Bautista
-Aurelio Nicolás
-Berta Pérez Santiago
-Carlota Carrasco Velasco
-Carmen Reyes Martínez
-Catalina López
-Enedina Reyes García
-Esther Zarate Nicolás
-Felipa Reyes Bautista
-Gloria Cruz Velasco
-Guillermo Hernández

-Hortensia Bautista Pérez
-Joaquín Cruz Coca
-Juan García Cruz
-Juana López Carrasco
-Juana Reyes Nicolás
-Lidia Vargas
-María Teresa Santiago Hernández
-Omar Hernández Navarrete
-Pedro Cruz Reyes
-Pedro Reyes Martínez
-Petra Bautista
-Petra San Pedro Zarate
-Rodolfo Chávez Díaz
-Rufina Ramírez Guzmán
-Victoria Nicolás Nicolás.

Agradezco a las autoridades de Santiago Huaucilla que nos han brindado todo el apoyo necesario. Al presidente municipal Rafael Bautista Montecinos, a David Bautista, a Rafael Gil Bautista Nicolás, a Juan García Cruz y a Gerardo Carballido Alexandres. También agradezco de manera especial todas las atenciones y el buen recibimiento de Abraham Hernández, su esposa Enedina Reyes y su hija Lupita Hernández.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
ÍNDICE DE CUADROS.....	14
ÍNDICE DE ANEXOS.....	14
RESUMEN.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. ANTECEDENTES.....	20
2.1. Etnobotánica.....	20
2.2. Origen de Santiago Huaucilla.....	20
2.3. Descripción de la zona de estudio.....	23
2.4. Descripción botánica, química y farmacológica de <i>Zinnia peruviana</i>	25
2.5. Dolor.....	27
2.5.1. Clasificación del dolor.....	28
2.5.2. Tratamiento del dolor.....	29
2.6. Cáncer.....	30
2.6.1. Clasificación del cáncer.....	30
2.6.2. Cáncer de pulmón.....	31
2.6.2.1. Tipos de cáncer de pulmón.....	31
2.6.2.2. Tratamiento de cáncer pulmonar.....	32
2.6.3. Clasificación de agentes antineoplásicos según su mecanismo de acción o su origen.....	33
2.7. Inflamación.....	35
2.7.1. Terapéutica de la inflamación.....	35
2.7.2. Inflamación y cáncer.....	36
3. JUSTIFICACIÓN.....	37
4. OBJETIVOS.....	38
5. HIPÓTESIS.....	38
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
6.1. Etnobotánica.....	39
6.1.1. Salidas al campo.....	39
6.1.2. Identificación de las plantas.....	40
6.1.3. Las entrevistas.....	41
6.1.4. Análisis de los datos etnobotánicos obtenidos.....	41
6.1.5. Etnobotánica cuantitativa.....	41
6.1.5.1. Factor consenso del informante.....	43
6.1.5.2. Valor de uso.....	43
6.1.5.3. Nivel de fidelidad.....	44
6.1.5.4. Menciones de uso.....	44
6.2. Fitoquímica.....	44
6.2.1. Obtención de extractos.....	44

6.2.2.	Detección de los metabolitos secundarios de <i>Zinnia peruviana</i> por cromatografía en capa fina.....	45
6.2.3.	Fraccionamiento cromatográfico del extracto de acetato de etilo.....	45
6.3.	Farmacología.....	46
6.3.1.	Modelo biológico experimental.....	46
6.3.2.	Preparación de los extractos y fármacos.....	47
6.3.3.	Evaluación farmacológica.....	47
6.3.3.1.	Actividad antinociceptiva.....	47
6.3.3.2.	Actividad antiinflamatoria.....	49
6.3.3.3.	Evaluación de la actividad citotóxica.....	50
6.3.3.4.	Actividad de relajación del DNA con la enzima topoisomerasa I.....	51
6.3.3.5.	Determinación de la dosis letal (DL ₅₀).....	51
6.3.4.	Análisis estadístico.....	52
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
7.1.	Etnobotánica.....	54
7.1.1.	Informantes.....	54
7.1.2.	Listado florístico.....	56
7.1.2.1.	Análisis florístico.....	61
7.1.3.	Categorías de usos medicinales.....	63
7.1.3.1.	Resultados del factor consenso del informante.....	66
7.1.4.	Usos, aplicación y etnobotánica cuantitativa de las plantas medicinales.....	69
7.1.5.	Análisis de los principales usos y plantas medicinales.....	81
7.1.5.1.	Nivel de fidelidad y correlación con las menciones de uso.....	83
7.1.6.	Análisis de los resultados cuantitativos.....	86
7.2.	Análisis fitoquímico.....	89
7.2.1.	Rendimiento de los extractos.....	89
7.2.2.	Identificación de metabolitos secundarios de <i>Z. peruviana</i> por CCF.....	90
7.2.3.	Fraccionamiento cromatográfico del extracto de acetato de etilo de hojas de <i>Z. peruviana</i>	91
7.2.4.	Identificación de lactonas sesquiterpénicas en las fracciones del extracto de acetato de etilo de hojas de <i>Z. peruviana</i>	93
7.3.	Farmacología.....	93
7.3.1.	Efecto antinociceptivo de los extractos de hoja de <i>Z. peruviana</i>	93
7.3.1.1.	Evaluación del extracto hexánico sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones.....	93
7.3.1.2.	Evaluación del extracto de acetato de etilo sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones.....	94
7.3.1.3.	Evaluación de los extractos metanólico y acuoso sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones.....	94
7.3.2.	Efecto sobre la nocicepción inducida con formalina utilizando el extracto de acetato de etilo.....	100
7.3.3.	Efecto antiinflamatorio del extracto de acetato de etilo.....	100
7.3.4.	Efecto citotóxico del extracto de acetato de etilo y sus fracciones obtenidas de hojas de <i>Z. peruviana</i>	102
7.3.4.1.	Inhibición del crecimiento celular.....	102
7.3.4.2.	Determinación de la actividad de relajación del DNA con la enzima topoisomerasa I.....	103

7.4. Dosis letal (DL ₅₀) de los extractos hexánico y de acetato de etilo.....	104
7.4.1. Extracto hexánico.....	104
7.4.2. Extracto de acetato de etilo.....	104
7.5. Consideraciones sobre los resultados de las pruebas farmacológicas.....	105
8. CONCLUSIONES.....	109
9. REFERENCIAS.....	111
10. ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Sabinos en el sitio de fundación de Santiago Huaucilla	21
2. Glifo de Santiago Huaucilla	22
3. Iglesia principal de Santiago Huaucilla	23
4. Cerro de Ixtaltepec	25
5. Gallito. <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	26
6. Sombrerito de catrín (<i>Dyctianthus pavonii</i>)	40
7. Algunos habitantes e informantes de Santiago Huaucilla	42
8. Destilación a presión reducida y macerado de las hojas de <i>Zinnia peruviana</i>	45
9. Obtención de las fracciones del extracto de acetato de etilo	46
10. Fraccionamiento del extracto de acetato de etilo, obtenido de hojas de <i>Zinnia peruviana</i>	46
11. Material utilizado en la prueba de Wrigthing	48
12. Estiramientos abdominales del ratón (conductas de nocicepción)	48
13. Prueba de nocicepción con formalina	49
14. Siembra de células de tumor de pulmón para prueba de inhibición de crecimiento celular	53
15. Contabilización de células tumorales viables en cámara de Burker	53
16. Necropsia y revisión de órganos internos tras la prueba de dosis letal (DL50)	53
17. Proporción entre hombre y mujeres entrevistados	54
18. Cascadas y cuerpos de agua en la sierra de Santiago Huaucilla	55
19. Porcentaje de especies por familia botánica	62
20. Porcentaje de géneros por familia botánica	62
21. <i>Itandidi</i> (<i>Gymnosperma glutinosum</i>)	68
22. Chicalote (<i>Argemone platyceras</i>)	68
23. Hierba de cáncer (<i>Tournefortia volubilis</i>)	82
24. Hierba de borracho (<i>Clinopodium mexicanum</i>)	85
25. Salvarreal (<i>Lippia oaxacana</i>)	86
26. Espulen (<i>Pinaroppapus roseus</i>)	87
27. Pericón (<i>Tagetes lucida</i>)	88
28. Marrubio o manrrubio (<i>Marrubium vulgare</i>)	89
29. Identificación de terpenos de los extractos de <i>Zinnia peruviana</i>	90
30. Detección de terpenos en las fracciones del extracto de acetato de etilo	92
31. Detección de lactonas en las fracciones del extracto de acetato de etilo	92
32. Efecto antinociceptivo del extracto hexánico en el modelo de Wrigthing	95
33. Efecto antinociceptivo del extracto de acetato de etilo en el modelo de Wrigthing	96
34. Efecto antinociceptivo del extracto metanólico en el modelo de Wrigthing	97
35. Efecto antinociceptivo del extracto acuoso en el modelo de Wrigthing	98
36. Comparación entre las dosis estadísticamente significativas en la prueba de Wrigthing, el control negativo y el control positivo	99
37. Efecto antinociceptivo del extracto de acetato de etilo en el modelo de la formalina	101
38. Efecto antinociceptivo del extracto hexánico en el modelo de la formalina	102
39. Interferencia en la acción de la topoisomerasa I por el extracto de acetato de etilo y sus fracciones	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Cronograma de las salidas al campo	39
2. Registro de taxones botánicos reportados en la zona de la Mixteca alta y extensión territorial	61
3. Categorías de uso medicinal de las especies	64
4. Factor consenso del informante (Fic)	67
5. Plantas utilizadas en Santiago Huaucilla, Oaxaca, México.	69
6. Plantas con mayor valor de uso (UV) y menciones de uso (Um)	81
7. Plantas con alto nivel de fidelidad por categoría de padecimiento mayor	84
8. Usos específicos con mayor cantidad de menciones para una planta específica	85
9. Niveles de fidelidad (FL) más altos y su uso específico	86
10. Rendimiento de los extractos obtenidos de hojas de <i>Zinnia peruviana</i>	89
11. Rendimiento de las fracciones del extracto de acetato de etilo de hojas de <i>Zinnia peruviana</i>	91
12. Porcentaje de crecimiento celular de la línea MSTO-211H en prueba de citotoxicidad	103
13. Plantas con uso medicinal no identificadas	118

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
Anexo A. Plantas no identificadas	118
Anexo B. Reveladores	119

RESUMEN

Santiago Huaucilla es un poblado ubicado al noroeste del estado de Oaxaca, en la región cultural de la Mixteca Alta. Los pobladores de dicho sitio cuentan con un amplio conocimiento sobre medicina tradicional y es por ello que se planteó la necesidad de realizar un estudio etnobotánico, enfocado a la recopilación de información sobre las plantas medicinales de esta localidad.

Se realizó un análisis cuantitativo de los datos obtenidos, para así poder sugerir plantas con potencial para ser estudiadas desde una perspectiva fitoquímica y farmacológica. Particularmente se estudió la especie *Zinnia peruviana* (L.) L. (Asteraceae), conocida en la región con el nombre de “gallito”, y aplicada para aliviar dolor e inflamación causada por golpes.

La recopilación de los datos etnobotánicos se realizó por medio de entrevistas, siguiendo el método de *snowball*, el azar y semi-estructuradas. Para el análisis de la información etnobotánica se agruparon los padecimientos y se calculó el factor consenso del informante (F_{ic}), el valor de uso (UV) y el nivel de fidelidad (FL).

Se entrevistó a un total de 30 personas que brindaron información sobre 114 plantas, de las cuales 83 se pudieron identificar como taxones distintos, pertenecientes a 45 familias y 74 géneros. La familia mejor representada fue Asteraceae con el 18% del total. El género mejor representado fue *Salvia* (Lamiaceae) con tres especies. Los padecimientos más tratados son los relacionados con enfermedades gastrointestinales. Se concluyó que las plantas con mayor importancia en la medicina tradicional de este pueblo son *Pinaropapus roseus* y *Tournefortia volubilis*.

Se realizaron extractos de las hojas de *Zinnia peruviana* a diferentes polaridades químicas (hexano, acetato de etilo y metanol), los cuales se aplicaron en ratones siguiendo el método de la prueba de Wrigthing, que permite medir la probable actividad biológica de los extractos como analgésicos. Las dosis de 30 y 100 mg/kg del extracto hexánico y las dosis de 1, 30 y 100 mg/kg del extracto de acetato de etilo presentaron actividad biológica analgésica efectiva.

También se realizó la prueba de inducción de dolor en la pata con formalina. Para dicha prueba, sólo el extracto de acetato de etilo aplicado a las dosis de 1, 30 y 100 mg/kg mostraron efectividad significativa, por lo que se procedió a probar dicho extracto en un modelo de antiinflamación. Las dosis de 1 y 30 mg/kg fueron significativas para reducir la inflamación, mientras que la dosis de 100 mg/kg fue descartada porque se determinó como la dosis letal (DL_{50}).

El extracto de acetato de etilo fue fraccionado en cuatro partes. El extracto crudo y las cuatro fracciones obtenidas fueron probadas en dos modelos de citotoxicidad. Utilizando la línea celular humana MSTO-211H de cáncer de pulmón, se obtuvo una inhibición total del desarrollo de

células de dicha línea tratadas con el extracto crudo de acetato de etilo y tres de sus fracciones a las dosis de 50 y 100 μg /ml.

Para inferir el mecanismo de acción del extracto y sus fracciones en la actividad citotóxica, se incubó DNA del plásmido pBR322 superenrollado con la enzima topoisomerasa I y dos concentraciones por separado del tratamiento (extracto y fracciones por separado). El extracto crudo y tres de sus fracciones afectaron la actividad enzimática a la concentración de 0.5 mg/ml, mientras que la concentración de 0.05 mg/ml no ejerce efecto inhibidor.

Esta investigación permitió resaltar parte del legado cultural ancestral de la región. Los resultados farmacológicos apuntaron hacia la obtención de compuestos químicos que podrían ser útiles en la terapéutica del dolor, la inflamación y agentes citotóxicos. Además, esta tesis servirá como base para futuros estudios fitoquímicos y farmacológicos al proponer plantas con alta relevancia en la medicina tradicional.

Palabras clave: Etnobotánica cuantitativa, *Zinnia peruviana*, nocicepción, antiinflamación, citotoxicidad.

1. INTRODUCCIÓN

México cuenta con una de las floras más ricas, variadas y complejas del planeta. Es un país que combina la quinta flora vascular más rica del mundo (Villaseñor, 2004) y el sexto lugar con respecto a endemismos de plantas (Llorente y Ocegueda, 2008), con un enorme acervo de conocimientos etnobotánicos. Dentro de México, la flora de Oaxaca es particularmente impresionante. Las causas de la diversidad florística de Oaxaca siguen siendo objeto de estudio por diversas áreas de la ciencia, pues está relacionada con la posición geográfica del estado, su variada geología, fisiografía, suelos, el mosaico de climas que se conjuntan y la historia geológica compleja del territorio. La combinación de todos los factores mencionados, ha conducido a la conformación de comunidades vegetales donde crecen especies de plantas únicas en el mundo (García y Meave, 2012). Tal riqueza vegetal se combina con la gran diversidad cultural del estado de Oaxaca y resulta en un acervo de información etnobotánica muy vasto.

La utilización de plantas medicinales en el país es de gran importancia, ya que a pesar de los diferentes cambios y pérdida de conocimientos en las nuevas generaciones, sigue vigente recurrir a los tratamientos con medicina tradicional. En México, la práctica de la medicina tradicional data de la época prehispánica, pero debido a procesos de aculturación, se han perdido o disminuido valiosas fuentes de conocimiento, es por ello que existe la necesidad de preservar la información que se ha generado a través del tiempo en las diversas regiones del país. La demanda es lo que ha permitido que su uso se mantenga (Gispert *et al.*, 2008). El estudio de las prácticas que se llevan a cabo con respecto a las plantas medicinales, está ligado a los orígenes y tradiciones de la región en cuestión. El sincretismo cultural en todo México ha dado paso a una diversidad de tradiciones que combinan prácticas tradicionales con modernas, creencias prehispánicas con prácticas principalmente europeas, derivadas de la época colonial. La persistencia de las tradiciones mexicanas es una muestra del arraigo hacia las costumbres populares y de seguimiento generacional, que sin embargo se han transformado irremediabilmente con el paso del tiempo. El surgimiento de nuevas costumbres y prácticas en todos los aspectos de la vida de una nación, no debe representar un atentado contra la preservación de las raíces de un pueblo, puesto que la adaptación a una vida moderna es imprescindible para su desarrollo. Lo que sí implica una amenaza es el olvido de los orígenes, la pérdida de conocimiento y el manejo inconsciente de los recursos culturales, naturales y el patrimonio de cualquier índole con el que la humanidad cuenta. También es importante respetar los usos y costumbres de las diversas etnias que habitan el país, la adaptación a la vida moderna no

debe implicar la homogenización en los modos de vida, sino más bien la inclusión de todos los grupos y prácticas en acuerdos de respeto y la seguridad de contar con los mismo derechos ante las legislaciones, con respecto al acceso de recursos y equidad de derechos en cualquier aspecto que sea concerniente a la vida humana.

Desde los tiempos más antiguos, las plantas han sido valoradas por su capacidad curativa, de tal forma que en la actualidad aún se depende de las propiedades curativas de las mismas en un 75% de los medicamentos. Durante muchos siglos, las sociedades de todo el mundo han desarrollado diversas tradiciones para entender el uso médico de las plantas; muchas de las tradiciones practicadas resultan extrañas y mágicas, otras resultan sensatas y racionales; sin embargo, todas pretenden mejorar la calidad de vida del humano, acabar con la enfermedad y el sufrimiento (Chevallier, 1997). Un ejemplo de ello es Santiago Huaucilla, Oaxaca, poblado donde dichas prácticas siguen predominando y donde de acuerdo al conocimiento de los informantes se destacan por su uso medicinal las plantas utilizadas en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales, para quitar el dolor o la inflamación y padecimientos dermatológicos, siendo el dolor y la inflamación de particular interés para este estudio. Una de las plantas utilizadas en dicha localidad, es la que se conoce como “gallito”, y se usa en la terapéutica del dolor y la inflamación. Tal planta fue identificada como la especie *Zinnia peruviana* (L.) L. (Asteraceae). **En este trabajo se pretende realizar un estudio científico para validar el uso terapéutico de *Zinnia peruviana* por sus efectos antinociceptivo, antiinflamatorio y citotóxico.**

En lo que concierne al manejo e inclusión de las prácticas tradicionales de la medicina, en específico con las plantas, se cuenta con herramientas que permiten poner a prueba dichas prácticas y poder así dar valor a los conocimientos que se han generado gracias a la experiencia de muchas generaciones, que sin herramientas científicas han logrado encontrar soluciones a la irremediable presencia de enfermedades.

El estudio fitoquímico de las plantas medicinales permite conocer la composición química de las plantas usadas en la medicina tradicional, lo cual permite postular hipótesis sobre su posible aplicación médica, la presencia de toxicidad o el conocimiento de compuesto novedosos que pudiesen estar brindando un efecto medicinal. La planeación y aplicación de la medicina tradicional en modelos biológicos en laboratorio, permite generar datos analizables que sustenten la efectividad de los tratamientos. En esta investigación, el uso de modelos biológicos fue dirigido al

estudio de posibles tratamientos contra el dolor y la inflamación, síntomas de recurrente presencia en diversas enfermedades y padecimientos, y que además es una malestar de alta importancia en la localidad de estudio.

La correlación entre fármacos utilizados para aliviar el dolor y la inflamación, y su potencial como fuentes de compuestos químicos citotóxicos, condujo la presente investigación a la experimentación con líneas celulares humanas de cáncer y pruebas sobre el mecanismo de acción de tales compuestos.

La investigación sobre los posibles efectos citotóxicos de los compuestos presentes en la planta estudiada (*Zinnia peruviana*), se llevaron a cabo en una línea celular de un tipo de cáncer de alto impacto en la salud mundial y particularmente de México, el cáncer de pulmón.

El cáncer pulmonar ocupa el primer lugar en incidencia y mortalidad a nivel mundial. Además representa el problema principal de salud en materia de oncología. De manera general, el cáncer pulmonar en el 2010, fue la 10a causa de muerte global, que implica una tasa de sobrevivencia de cinco años en promedio. Durante el 2010, el INEGI reportó 74685 muertes por cáncer (13% del total de muertes en México ese año) en México, de las cuales 6795 (9%) fueron por cáncer de pulmón, ubicándose en el primer lugar en nuestro país, siendo el 68% de ocurrencias en el género masculino. Casi el 100% de los pacientes muere en el transcurso de un año a causa de dicho padecimiento. El mayor factor de riesgo atribuible a la ocurrencia del cáncer de pulmón es el tabaquismo. En México el 80% de hombres y el 50% de mujeres con cáncer pulmonar se atribuye directamente al tabaquismo. A pesar de los fármacos existentes y con potencial en la terapéutica de este cáncer, el mejor método para la disminución de dicha enfermedad es la prevención y abstinencia en el consumo de tabaco, pues es el factor de riesgo más importante a nivel mundial y directamente atribuible a la presencia de esta enfermedad (INEGI, 2010; Aldaco, 2012).

La necesidad de generar fármacos con mayor efectividad y la reducción de los efectos secundarios derivados del tratamiento con agentes anticancerígenos, llevó a los intereses de esta investigación al análisis del efecto de los componentes de *Zinnia peruviana* como agente antineoplásico. La presentación de un estudio que integra los aspectos sociales de la medicina tradicional y los relaciona con el análisis científico, fue el interés particular de esta investigación, cuyos resultados dan muestra del proceso que puede facilitar y sumar importancia a la recopilación de datos etnobotánicos en el país.

2. ANTECEDENTES

2.1. Etnobotánica

Uno de los enfoques que se pueden utilizar al estudiar las plantas es la etnobotánica, que de acuerdo con Hernández X. (1983) es el estudio de las interrelaciones que se establecen entre el hombre y las plantas a través del tiempo y en diferentes ambientes.

El conocimiento tradicional de los usos que se les da a las plantas permite resguardar parte del legado cultural de las personas que han habitado una región en específico.

2.2. Origen de Santiago Huaucuililla

La historia de la fundación de Santiago Huaucuililla es un tanto incierta, pues se sabe que tras la conquista española gran cantidad de documentos históricos fueron destruidos y queda poca información escrita sobre su origen. La mayor cantidad de información que se tiene, se ha mantenido de manera oral a través de las generaciones (Bautista, 2012). Existen tres documentos que dan fe de la existencia de Santiago Huaucuililla en épocas anteriores a la conquista española. En el Mapa de Sosola, que data del siglo XVI, se describe un conflicto entre Huautlilla (ahora Santiago Huaucuililla) y Sosola. En el documento de Congregaciones del siglo XVI, se menciona el plan para mover a la población de Huautlilla hacia la región de Nochixtlán. En el documento de Barabas *et al.* (2003) se describe un mapa que data del siglo XV en donde se puede situar de manera clara a Guautla (o Huautla, nombre original dado por lo españoles a Santiago Huaucuililla) entre todos los pueblos vecinos actuales y antiguos (Bautista Nicolás, 2012; Barabas *et al.*, 2003). Según Martínez Gracida (1905), para el año 350 un grupo de habitantes mixtecos que pertenecía probablemente a los asentamientos de Coxcaltepec o de Sosola, que actualmente son los pueblos más cercanos a Santiago Huaucuililla, peregrinaron hasta una zona de abundante agua, donde había tierras fértiles, con gran variedad de encinos y enormes ahuehuetes, en donde a la orilla de un arroyo, se fundó el pueblo de *Yukunyaha*, en mixteco, Cautlatzinco en náhuatl y Huautla (posteriormente Huautlilla y por último Huaucuililla) en español (Fig. 1).

Yukunyaha significa “Monte de las águilas” e históricamente ha tenido desplazamientos en sus límites de extensión y desplazamientos con respecto a su lugar de origen; sin embargo, la tradición y las evidencias históricas indican que el centro de su fundación se ha conservado en donde actualmente se localiza el pueblo. El sitio de origen siempre se conservó, incluso en las épocas en

que el pueblo se asentó en otras partes, ese sitio era concurrido durante fiestas y reuniones importantes, en las que se convocaba a todos los habitantes (Bautista Nicolás, 2012).

Registros más directos sobre la existencia del pueblo datan de 1506, donde se relata el incendio del pueblo en respuesta a la traición por parte del señor 11 Zopilote (Matlactli Once Cozacuauhtli en náhuatl), rey de Huautla, hacia los pueblos mixtecos de las cercanías. Dicha traición ocurrió años antes del registro del incendio, pues el señor 11 Zopilote alertó a los mexicas sobre los planes de rebelión que estaban fraguando los pueblos mixtecos para liberarse del yugo de los mexicas (Jansen y Pérez, 2000). El territorio de Huautla se describe como una ruta importante de comercio y comunicación para los aztecas, quienes recompensaron la información brindada por parte del señor de Huautla, brindándole el señorío de Coixtlahuaca y utilizaron el territorio como vía de acceso hacia los territorios zapotecos en el oriente del estado y hacia la parte sur de la región mixteca. Posteriormente, los pueblos mixtecos traicionados trataron de tomar venganza contra Huatla, pero el pueblo se encontraba bajo la protección del emperador mexica Ahuizotl y mientras tanto el pueblo acrecentó su poder y se convirtió en un asentamiento humano clave para la región (Dahlgren de Jordán, 1979; Jansen y Pérez, 2000).

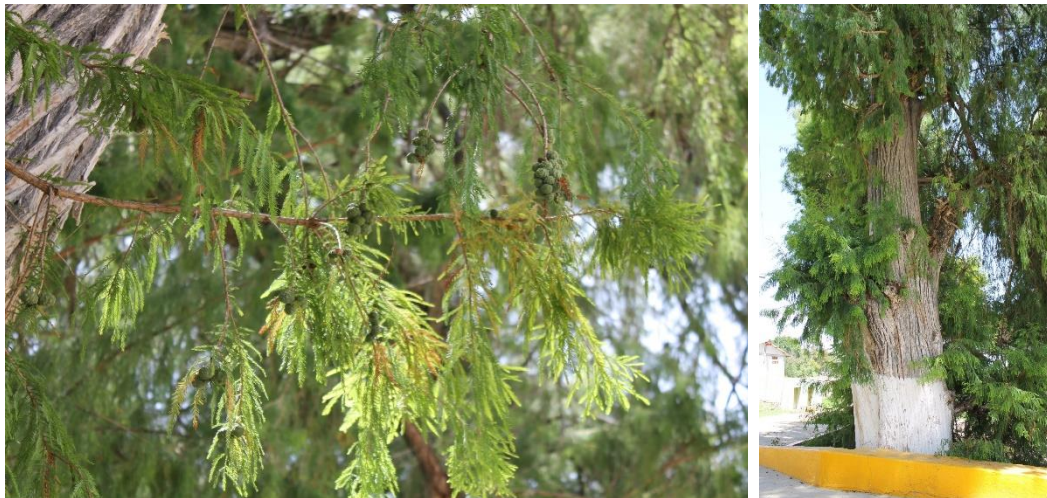


Figura 1. Sabinos o ahuehetes (*Taxodium mucronatum*) creciendo a las orillas del arroyo donde se sabe por tradición que fue el sitio de fundación del pueblo de Santiago Huaucuililla. Fotografías tomadas el 9 de agosto del 2013.

Con el crecimiento del pueblo bajo la protección de los mexicas, con su uso como ruta de comercio y de punto de partida y acceso hacia las regiones mixtecas del sur, las regiones zapotecas al oriente y cuicatecas hacia el norte, los habitantes se vieron en la necesidad de reubicar el poblado en un terreno propio de las elecciones y necesidades de los pueblos mixtecas. Eligieron un sitio

elevado, en terreno irregular, con el fin de poder enfrentar conflictos bélicos y al mismo tiempo disponer de espacios adecuados para el culto de sus dioses. El nuevo sitio fue llamado *Yukuñuxanu* (Monte del pueblo antiguo), o también *Yuku'ndeku* (Monte quemado o Monte de semilla pequeña o Monte de amaranto) y se localiza en lo que actualmente es el Cerro de San Blas (Bautista Nicolás, 2012).

Bajo el dominio mexica, la región recibió el nombre de Huautla, por el vocablo náhuatl, cuyo significado coincide con el significado del nombre en mixteco. Huatla se refiere al *huautli*, es decir al amaranto, por tanto el nombre del sitio se designó como “Lugar del amaranto” (Fig. 3), haciendo alusión a la abundante producción de dicha planta (Bautista Nicolás, 2012).

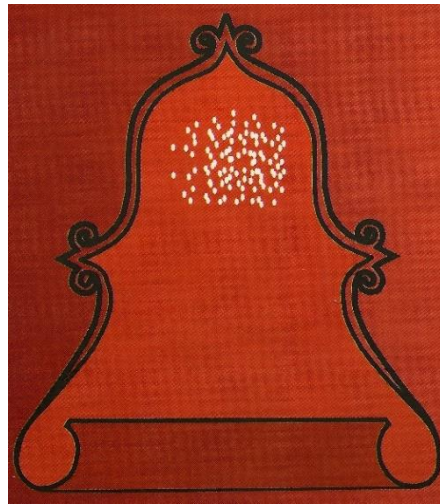


Figura 2. Glifo de Santiago Huaucilla. “Monte del amaranto o de la semilla pequeña”. Imagen tomada y modificada del libro *Santiago Huaucilla, Oaxaca. Un pueblo con huellas de pasado*.

Tras la conquista española y su llegada a las regiones mixtecas, los habitantes fueron obligados a pagar tributos superiores a los exigidos por los mexicas. Además con la introducción del cristianismo a la cultura, se inició la construcción del primer templo cristiano en la parte central de la localidad, a la que además se le asignó el santo patrón de “Santiago” y al pueblo viejo el patrón de “San Blas”. San Blas pereció con el tiempo y sólo sobrevivió la región de Santiago Huautla, aunque batalló para adaptarse a las nuevas costumbres de siembra, la crianza de animales domésticos distintos a los tradicionales de la región y a las epidemias traídas desde Europa (Bautista, 2012).

Hacia el norte del municipio de Asunción Nochixtlán existe actualmente el municipio de San Miguel Huautla, que también existía durante la época colonial. Con el tiempo, la existencia de dos 'Huautla' complicaba la distinción de los dos pueblos, que además se situaban en la misma región, por tal motivo se resolvió castellanizar con el diminutivo "illa" a la localidad con menor población y con el patrono Santiago. Inclusive con el cambio de nombre decretado, Santiago Huautlilla siguió nombrándose simplemente como Huautla hasta el siglo XVIII (Bautista Nicolás, 2012). Actualmente el nombre oficial indica un cambio de la letra "t" por la "c" para formar el actual nombre de Santiago Huaucilla.



Figura 3. Iglesia principal del pueblo de Santiago Huaucilla. Se sitúa en el centro del pueblo, donde se marca el lugar de origen del pueblo por encima y a un costado del arroyo con ahuehuetes en las orillas. Fotografías tomadas el 9 de agosto del 2013.

2.3. Descripción de la zona de estudio

El pueblo de Santiago Huaucilla se encuentra en el municipio con su mismo nombre y dentro del distrito de Nochixtlán, en el estado de Oaxaca. Cuenta con una superficie de 104.07 km² (Gobierno de Oaxaca, 2015). Forma parte de la región noroeste del estado, en la zona cultural de la Mixteca, particularmente de la Mixteca Alta. El municipio ocupa el 0.11% de la extensión total del estado. En el censo del 2010, INEGI indica que tiene un total de 663 habitantes distribuidos en 17 localidades. Del total de habitantes, 317 de los registrados fueron hombres y 346 mujeres.

La cabecera municipal de Santiago Huaucilla se localiza en las coordenadas 17°27' de latitud norte y 97°4' de longitud oeste. El intervalo de altitud en el municipio va de 1200 hasta los 2700 m. Su fisiografía pertenece a la Sierra Madre del Sur. El rango de temperatura ambiental promedio va de los 14 a los 22°C. Su rango de precipitación es de 400 a 700 mm, mientras que su clima es en la

mayor parte del territorio semiseco semicálido (54.21%), semiseco templado (28.83%), subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo (16.89%) y templado subhúmedo, de humedad media (0.07%) (INEGI, 2015).

La edafología del terreno se compone por regosol (42.45%), leptosol (31.16%), phaeozem (22.39%), fluvisol (2.5%) y luvisol (1.5%). Mientras que su geología pertenece al cretácico (51.83%), no identificado (44.81%) y jurásico (3.35%). El 55% de sus rocas son sedimentarias y el 45% metamórficas (gneis) (INEGI, 210).

La vegetación dominante en el municipio de Santiago Huaucilla es selva tropical caducifolia o también conocida como selva baja caducifolia, que ocupa el 38.18% del total del territorio. EL bosque de encino ocupa 30.17% y el pastizal inducido el 15.63%. EL terreno modificado para la agricultura ocupa un 14.97%, mientras que la zona urbana tiene una extensión de tan sólo el 1.05% (INEGI, 2010; Rzedowski, 2006).

Las principales actividades económicas en el municipio son la agrícola y la ganadería. Además está en proceso una apertura hacia el ecoturismo, lo cual generaría mayor ingreso a la región, pero podría acarrear consecuencias desfavorables a la vegetación del lugar si el proyecto no es manejado de manera adecuada.

Santiago Huaucilla colinda al norte con los municipios de San Pedro Coxcaltepec Cántaros, San Juan Bautista Cuicatlán y Santiago Nacaltepec; el este con los municipios de Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola; al sur con el municipio de Asunción Nochixtlán; al oeste con Asunción Nochixtlán y San Pedro Coxcaltepec Cántaros.

El régimen político del municipio se basa en los usos y costumbres. El actual presidente municipal es el ciudadano Rafael Bautista Montecinos (2014-2016), quien junto con las autoridades de Bienes Comunes (2012-2014 y 2014-2016) por conducto del oriundo Filiberto García Perea, nos han abierto las puertas y dado las facilidades necesarias para realizar el presente proyecto de investigación.



Figura 2. Cerro de Ixtaltepec visto desde la sierra oeste de Santiago Huaucilla. Fotografía tomada el 7 de agosto del 2013.

2.4. Descripción botánica, química y farmacología de *Zinnia peruviana*

Zinnia peruviana (L.) L. pertenece a la familia Asteraceae. Es una planta anual herbácea de hasta 90 cm de alto. Tallo estriado, finamente estrigoso a hirsuto. Hojas sésiles, linear-lanceoladas a elípticas u ovadas, de 1.5 a 7 cm de largo, de 0.5 a 3 cm de ancho, agudas a obtusas en el ápice, cuneadas a cordadas en la base, tuberculado-hispidas en ambas caras. Cabezuelas terminales, sobre pedúnculos de hasta 7 cm de largo, pubescentes; involucreo campanulado, de 8 a 15 mm de alto, brácteas 12 a 20, oblongas a ovadas u obovadas, redondeadas en el ápice, glabras, escariosas y amarillentas, pero con el ápice oscuro; receptáculo convexo a cónico, páleas de 10 a 14 mm de largo, glabras; flores con 6 a 15 lígulas, sus láminas lineares o flabeliformes a obovadas o suborbiculares, de 6 a 25 mm de largo, generalmente de color rojo oscuro, pero a veces amarillentas o verdosas, a menudo de color diferente en el haz y el envés; flores del disco 12 a 50, sus corolas amarillentas o verdosas en la parte inferior y moradas o negruzcas en la superior, de 4 a 5 mm de largo, glabras. Frutos y semillas, aquenios de las flores liguladas fusiformes, de 9 a 10 mm de largo, cafés, finamente pubescentes, sin vilano; aquenios de las flores del disco linear-oblongos, más o menos triquetos, de 6 a 9 mm de largo, cafés, finamente pubescentes, vilano por lo general con una arista rígida (CONABIO, 2009).

Algunos sinónimos de *Zinnia peruviana* son: *Z. multiflora* L., *Z. pauciflora* L. y *Z. tenuifolia* Jacq (CONABIO, 2009).



Figura 3. Planta conocida como "gallito" en Santiago Huaucilla. *Zinnia peruviana* (L.) L. Fotografía tomada el 10 de agosto de 2013.

En México, *Z. peruviana* es un componente común de la vegetación ruderal y pastizales. Crece en sitios con una altitud de hasta 2500 m y se distribuye en los estados de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (CONABIO, 2009).

En algunos estados de la República Mexicana, *Z. peruviana* es conocida con el nombre común de "Mal de ojo". En Nayarit, Tepic, el té preparado con ramas y hojas de esta planta se utiliza en el tratamiento de la diarrea y dolor de estómago (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009). En la región cuicateca de Santos Reyes Papalo, situada hacia el norte de Santiago Huaucilla, es conocida con los nombres en cuicateco de "gicu tuduu ñuú", "jikiudnillaá" y "yicuudi niña" (Mercado, 2013). Dentro de la región del distrito de Nochixtlán, en el municipio de San Miguel

Chichahua, se le da el nombre mixteco de *yuku chiki rri'i* y es utilizada para quitar el dolor de estómago, cólicos en bebés, para combatir la disentería y para baños después del parto (Hernández, 2013). Los pobladores de Santiago Huacilla, Oaxaca, llaman a *Z. peruviana* con el nombre de “Gallito”; en esta comunidad la decocción de la parte aérea es utilizada para aliviar el dolor y la inflamación en golpes (comunicación personal de Carmen Reyes Martínez, 7 de agosto, 2013).

En la literatura hay pocos estudios acerca de la actividad biológica de esta especie. Al respecto se menciona la actividad antiparásita, antifúngica y antibacteriana de extractos orgánicos y acuosos (Quiroga *et al.*, 2001; Abdelnabi and Abdelwanas, 2010; Satorres *et al.*, 2012). Asimismo, Fouche *et al.* (2006) reportaron un potente efecto citotóxico del extracto de diclorometano en las líneas celulares humanas: leucemia, sistema nervioso, próstata, mama, colon, riñón y ovario.

Acerca de la composición química del género *Zinnia*, se menciona que se han aislado e identificado lactonas sesquiterpénicas (Kisiel, 1978; Bohlmann *et al.*, 1979; Herz and Govindan, 1981; Maldonado *et al.*, 1985). Estos compuestos son terpenos de 15 átomos de carbono (sesquiterpenos), que tienen además en su estructura un anillo lactónico, el cual es el responsable de la amplia actividad biológica mostrada por las plantas que las sintetizan. Se conocen alrededor de 6000 estructuras de lactonas sesquiterpénicas, muchas de las cuales han sido aisladas principalmente de la familia Asteraceae.

2.5. Dolor

Dada la dificultad para englobar en una sola definición la multitud de aspectos y variedades que presenta el dolor, se han propuesto un gran número de enunciados para encontrar la más precisa; por lo tanto, el término dolor es definido en la 22va. edición digital del diccionario de la Real Academia Española, basado en su etimología latina (dolor, *-ōris*), como: “aquella sensación molesta y aflitiva de una parte del cuerpo por causa interior o exterior” y que se padece en el ánimo como “sentimiento de pena o congoja”. La Asociación Mundial para el Estudio del Dolor (IASP) la define además como: “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, ya sea real, potencial o descrito en términos de dicho daño” (Guevara *et al.*, 2004).

El daño tisular se asocia con la liberación de varios mediadores inflamatorios que causan sensibilización o la activación de los nociceptores periféricos. Los mediadores inflamatorios pueden ejercer su efecto sobre neuronas nociceptivas, ya sea por acoplamiento directo a receptores de membrana, como los canales iónicos de membrana para una sustancia específica (por ejemplo iones de hidrógeno, trifosfato de adenosina, serotonina, glutamato), o por una acción indirecta mediada por segundos mensajeros intracelulares (por ejemplo, mediadores tales como bradiquinina, citoquinas, eicosanoides, histamina, serotonina, óxido nítrico) (Santos *et al.*, 1998).

2.5.1. Clasificación de dolor

Woolf (2004), para la clasificación del dolor, considera los mecanismos neurofisiológicos que lo origina, y los enumera de la siguiente manera:

Dolor nociceptivo. Es una sensación fisiológica vital, donde el estímulo dañino promueve la salud del tejido dañado.

Dolor inflamatorio. Es un dolor espontáneo, que se manifiesta con hipersensibilidad y que se presenta en respuesta a la inflamación y daño tisular. Este tipo de dolor previene el contacto o el movimiento de la región afectada hasta que se restablece el tejido, favoreciendo así su recuperación y la disminución del daño.

Dolor neuropático. Se refiere al dolor espontáneo e hipersensibilidad al dolor asociado con daño o lesión del sistema nervioso central o periférico.

Dolor funcional. Se caracteriza por una hipersensibilidad al dolor que resulta de un procesamiento central anormal.

Loeser y Melzack (1999) plantean una clasificación del dolor basada en la duración y características fisiopatológicas que lo producen, tales como:

Dolor transitorio. Se activa por nociceptores cutáneos u otros tejidos del cuerpo en ausencia de daño tisular, su función es la de proteger al individuo de un posible daño físico provocado por el medio ambiente o estrés excesivo sobre el tejido.

Dolor agudo. El dolor agudo es una señal de alarma del tejido lesionado, funcionando como protector. Dicho dolor se activa por la estimulación de nociceptores presentes en el tejido dañado.

Dolor crónico. Es un síntoma de alguna enfermedad como neuralgia o fibromialgia. Es de origen inflamatorio o neuropático, y se caracteriza por un incremento de la sensación del dolor a los

estímulos nociceptivos. El daño producido por este tipo de dolor supera la capacidad de reparación que tiene el organismo, debido a que existe la pérdida de algún tejido del cuerpo o un daño en el sistema nervioso central.

2.5.2. Tratamiento del dolor

Entre los tratamientos para mejorar el dolor se encuentran los fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), analgésicos opioides, entre otros; técnicas de rehabilitación y plantas medicinales.

Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) son fármacos que comparten actividad antipirética, antiinflamatoria y analgésica a través de su capacidad para inhibir la enzima ciclooxigenasa, bloqueando así la producción de prostaglandinas proinflamatorias. Algunos ejemplos de estos medicamentos son: ácido acetilsalicílico, paracetamol, ketorolaco, naproxeno, diclofenaco, etc. Son útiles para tratar dolor posoperatorio, migraña, dolor dental, muscular, cólico menstrual, cólico renal y biliar, dolor crónico provocado por artritis reumatoide, procesos inflamatorios, gota, cáncer. Estos son los medicamentos más utilizados en el mundo, sin embargo, presentan algunos efectos adversos como daño al sistema digestivo, cardiovascular y riñón entre otros (Duobova *et al.*, 2006; Loza, 2011).

Los fármacos opioides son de gran utilidad en el tratamiento del dolor, a pesar de su alto poder adictivo. Estos analgésicos se caracterizan por poseer afinidad selectiva por los receptores endógenos opioides. Algunos ejemplos de estos fármacos son: morfina, codeína, papaverina, heroína, tramadol, naloxona, etc. Los efectos adversos moderados de estos medicamentos son náuseas, vómito, estreñimiento, mareo y confusión y las consecuencias adversas mayores son depresión respiratoria y adicción. Actualmente se han desarrollado nuevos análogos de la morfina que tienen mayor efecto analgésico y menor poder adictivo (Villarejo-Díaz *et al.*, 2000; Muriel *et al.* 2007; Vallejo y Ruiz, 2009).

En nuestro país, las principales causas de morbimortalidad se encuentran asociadas a la presencia del dolor. Aproximadamente 800,000 personas presentan dolor por causa de diabetes y en el caso del cáncer, se informa que de 80 a 90% de pacientes con esta enfermedad presenta dolor. Se estima que esta manifestación del dolor afecta al 15% de la población general, por lo que posiblemente, cerca de 16 millones de mexicanos padezcan este síndrome (Guevara *et al.*, 2007; Covarrubias, 2008; Guevara y Covarrubias, 2008).

2.6. Cáncer

El cáncer es un conjunto de padecimientos neoplásicos que se presenta en los seres humanos y en otras especies animales. Por consiguiente, se puede entender al cáncer como un proceso de crecimiento tisular producido por la proliferación continua de células anormales con capacidad de invasión y destrucción de otros tejidos. Una característica de esta enfermedad, es la alteración en los mecanismos de control que regulan la proliferación y diferenciación de las células (Katsung, 1986). Esta alteración es el resultado de anomalías genéticas, que puede aparecer por la mutación de un grupo específico de genes. Muchos de estos genes actúan normalmente suprimiendo o estimulando la continuidad del ciclo celular, y su pérdida o inactivación da lugar a una división celular acelerada (Gibbs, 2000).

El cáncer es una de las primeras causas de muertes en el mundo, 10.9 millones de personas son diagnosticadas de cáncer cada año y se estima que hay 24.6 millones de personas que han recibido el diagnóstico de cáncer en los últimos cinco años (Ruíz *et al.*, 2004).

2.6.1. Clasificación del cáncer

Existen varias maneras para clasificar al cáncer, una clasificación general se relaciona al tipo de tejido donde un tumor emerge. Existen más de 100 tipos de cáncer, que de acuerdo con el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos de América se pueden agrupar en las siguientes categorías (NCI, 2014):

Carcinoma. Cáncer que procede de tejidos epiteliales como la piel o los epitelios que tapizan las cavidades y órganos corporales; y de los tejidos glandulares de la mama y próstata. Los carcinomas incluyen algunos de los cánceres más frecuentes. Los carcinomas de estructura similar a la piel se denominan carcinomas de células escamosas. Los que tienen una estructura glandular se denominan adenocarcinomas.

Sarcoma. Proceden del tejido conectivo como huesos, cartílagos, nervios, vasos sanguíneos, músculos y tejido adiposo.

Leucemia. Cáncer que comienza en el tejido formador de sangre como la médula ósea y que provoca la producción de un gran número de células sanguíneas anormales que entran a la sangre.

Linfoma y mieloma: Cáncer que comienza en las células del sistema inmune.

Cáncer del sistema nervioso central. Cáncer que comienza en los tejidos del cerebro y la médula espinal.

2.6.2. Cáncer de pulmón

Los tumores más comunes a nivel mundial son el de pulmón (1.35 millones), mama (1.15 millones) y el colorrectal (1 millón); sin embargo los que generan más mortalidad son el cáncer de pulmón, el de estómago y el de hígado. El cáncer pulmonar es un tumor maligno que se desarrolla a partir de células, tanto pulmonares como bronquiales (Ruíz *et al.*, 2004).

En México, el cáncer pulmonar es uno de los más frecuentes y se encuentra entre las tres principales causas de muerte por tumores malignos en adultos mayores de 35 años, siendo más frecuente en varones. Los factores de riesgo para este tipo de cáncer son diversos, pero destacan el tabaquismo, tanto activo como pasivo, exposición a radiación por gas radón, exposición a compuestos químicos como asbestos, arsénico, cloruro de vinilo, cromato de níquel, clorometiléter, entre muchas otras sustancias más (Moctezuma y Patiño, 2009).

2.6.2.1. Tipos de cáncer pulmonar

Los tumores pulmonares se dividen en carcinomas microcíticos y carcinomas no microcíticos (Ruíz *et al.*, 2004; Montezuma y Patiño 2009).

- Cáncer pulmonar de células pequeñas (CPCP).

Este cáncer se denomina microcítico y representa aproximadamente el 25% de los cánceres pulmonares y es de comportamiento muy agresivo, proliferando rápidamente. Existen varios subtipos: carcinoma de células pequeñas, carcinoma mixto de células pequeñas y grandes, y carcinoma combinado de células pequeñas (combinado con componentes escamosos, glandulares o ambos). Muestra la mayor relación con el tabaquismo, ya que el 98% de los pacientes que lo presentan cuentan con historia de tabaquismo.

- Cáncer pulmonar de células no pequeñas (CPCNP)

Este tipo de cáncer es el denominado no microcítico y constituye aproximadamente el 75% de los tipos de cáncer pulmonar. Se divide en tres subtipos mayores:

- a) *Cáncer de células escamosas (epidermoide)*. Es el más frecuente, representa el 30-35 % de los casos de cáncer de pulmón. Deriva del epitelio de los bronquios proximales, es de localización central. Es el tipo más relacionado con el hábito tabáquico.
- b) *Adenocarcinoma*: Deriva del epitelio de los alveolos y las glándulas mucosas bronquiales. Es de localización periférica, afectando también a la pleura o pared torácica. Representa el 20% en frecuencia epidemiológica y es el tipo más común en pacientes no fumadores. Se clasifica en cuatro subtipos: acinar, papilar, bronquioloalveolar y variedad sólida secretora de mucina. El bronquioloalveolar supone el 10-25% de los adenocarcinomas. Se presenta como una lesión solitaria, pudiendo en ciertas ocasiones afectar de forma difusa y bilateral.
- c) *Carcinomas de células grandes*, que ocupan entre el 10-20% de los casos. Se presenta como una masa voluminosa, de localización periférica. Tiene dos variedades: el carcinoma de células claras y el carcinoma de células grandes. Este último, puede surgir en cualquier parte del pulmón, tiene pronóstico malo y también se asocia a tabaquismo (Ruíz *et al.*, 2004; Moctezuma y Patiño, 2009).

2.6.2.2. Tratamiento de cáncer pulmonar

Los resultados del tratamiento a largo plazo dependen del tipo de cáncer, el grado de propagación y la salud general de la persona. Los tratamientos comunes incluyen cirugía, quimioterapia y radioterapia. En el carcinoma no microcítico, los tratamientos como la cirugía y la radioterapia, son potencialmente curativos en estadios precoces. En etapas avanzadas las opciones terapéuticas son la radioterapia y la quimioterapia. El cisplatino asociado a la radioterapia ha demostrado aumentar su acción citotóxica, aunque produce mayor toxicidad generalizada en el cuerpo. Otros fármacos utilizados son: paclitaxel, docetaxel, vinblastina, gemcitabina. En el carcinoma microcítico los tratamientos con quimioterapia y radioterapia son los más recomendados (Ruíz *et al.*, 2004).

La cirugía es usada para la escisión de un tumor. Esta es la terapia más antigua establecida para cáncer y la más ampliamente usada. Sus desventajas incluyen el posible daño de tejidos saludables u órganos adyacentes y la incapacidad de remover cáncer en metástasis o tumores no visibles. Adicionalmente a los efectos secundarios de este tratamiento existe el riesgo de la activación de proliferación posterior de pequeños tumores “latentes”. La radiación con rayos X y gamma en tejidos neoplásicos causa la detección de su crecimiento seguida de su involución y

eliminación, también se eliminan las estructuras anatómicas que rodean al tumor y se destruyen células cancerígenas de tumores no visibles. Sin embargo, no tiene la capacidad de eliminar el cáncer una vez que éste ha entrado en metástasis, y uno de sus efectos secundarios es la debilitación del sistema inmune.

La quimioterapia está basada en la administración sistémica de medicamentos anticancerígenos y ayuda a destruir todas las colonias cancerosas dentro del cuerpo del paciente, incluyendo el cáncer en metástasis. Los efectos secundarios de este tipo de tratamiento son: náuseas, anemia, debilitación de sistema inmunológico, diarrea, vómito y pérdida del cabello, entre muchos otros. La quimioterapia es el tratamiento contra el cáncer que más ha avanzado, con nuevos medicamentos que están siendo constantemente investigados y probados. Actualmente se han probado más de 30 fármacos en el tratamiento de los pacientes con enfermedades malignas con buenos resultados, sin embargo, algunos tipos de cáncer son menos susceptibles al tratamiento quimioterapéutico (Chabner y Roberts, 2005).

2.6.3. Clasificación de agentes antineoplásicos según su mecanismo de acción o su origen

Según Gamboa-Domínguez *et al.* (2007) y Moy *et al.* (2011) se puede utilizar la siguiente clasificación:

Agentes alquilantes. Funcionan mediante la interrupción de la función del ADN y la muerte celular. Ejemplos: Derivados del gas mostaza: mecloretamina, ciclofosfamida, clorambucil, melfalán e ifosfamida. Etileniminas: tiotepa y hexametilmelamina. Alquilulfonatos: busulfán. Hidrazinas y triazinas: altretamina, procarbazona, dacarbazina y temozolomida. Nitrosureas: carmustina, lomustina y estreptozocina. Sales de metal: carboplatino y cisplatino.

Alcaloides vegetales. Son específicos al ciclo celular, es decir, atacan a las células durante diversas fases de la división. Algunos ejemplos de estos fármacos son: Alcaloides de la vinca: vincristina, vinblastina y vinorelbina. Taxanos: paclitaxel y docetaxel. Podofilotoxinas: etopósido y tenipósido. Análogos de camptotecina: irinotecán y topotecán.

Hormonas. El estradiol y la progesterona son hormonas esteroideas involucradas en múltiples funciones reguladoras en mamíferos. A través de varios estudios se conoce la participación de estas hormonas en los cánceres de los órganos del tracto reproductivo. Asimismo se está

estudiando posible intervención en diferentes tipos de cánceres de otros órganos, como estómago y tiroides. Algunos ejemplos de estos fármacos son:

- Glucocorticoides
- Tamoxifeno
- Agentes progestacionales
- Agentes antiandrógenos

Antibióticos. Los antibióticos antitumorales son productos naturales producidos por algunas especies de hongos. Estos fármacos actúan durante múltiples fases del ciclo celular. Algunos ejemplos de estos medicamentos son: Antraciclinas: doxorubicina, daunorubicina, epirubicina, mitoxantrona e idarubicina. Cromomicinas: dactinomomicina y plicamicina.

Antimetabolitos. Estos fármacos atacan las células en fases muy específicas del ciclo celular. Los antimetabolitos se clasifican de acuerdo con las sustancias con que interfieren y son:

- Antagonista del ácido fólico: metotrexato.
- Antagonistas de la pirimidina: 5-fluoruracilo, floxuridina, citarabina, capecitabina y gemcitabina.
- Antagonistas de las purinas: 6-mercaptopurina y 6-tioguanina.
- Inhibidores de la adenosina deaminasa: cladribina, fludarabina, nelarabina y pentostatina.

Inhibidores de las topoisomerasas. Son fármacos que interfieren en la acción de las enzimas topoisomerasas (I y II). Durante el proceso de los tratamientos de quimioterapia, las enzimas topoisomerasas controlan la manipulación de la estructura del DNA necesaria para la replicación.

- Inhibidores de la topoisomerasa I: irinotecán, topotecán.
- Inhibidores de la topoisomerasa II: amsacrina, etoposida, teniposida.

Antineoplásicos misceláneos

Varios tipos útiles de fármacos de quimioterapia son:

- Inhibidor de reductasa ribonucleótida: hidroxiaurea.
- Inhibidor de esteroides adrenocorticales: mitotano.
- Enzimas: asparaginasa y pegaspargasa.

- Agente antimicrotubular: estramustina.
- Retinoides: bexaroteno, isotretinoína, tretinoína.

2.7. Inflamación

La inflamación es un mecanismo fisiológico de defensa en respuesta a estímulos de naturaleza diversa. Estos pueden ser externos, como traumatismos mecánicos y productos químicos; o internos, como lesiones provocadas por procesos isquémicos, patogénicos (virus, parásitos y bacterias) y autoinmunes. El proceso comprende una serie de eventos que inician con el aumento en la permeabilidad vascular, la salida de fluidos y proteínas sanguíneas y la infiltración preferente de leucocitos. Los leucocitos en coordinación con otras células producen una variedad de moléculas que regulan, mantienen y concluyen el proceso inflamatorio tras la remoción del agente causal (Oliveira *et al.*, 2014).

La inflamación se localiza generalmente en el tejido conectivo, en donde ocurre la degeneración de las paredes de los vasos sanguíneos y se produce un incremento en la permeabilidad. Estos eventos conducen a una extensa salida de plasma y células, que luego penetran en el espacio intersticial y emigran hacia la zona dañada. A nivel macroscópico, el proceso se manifiesta por la presencia de eritema, edema, calor, dolor y pérdida de la función tisular. El proceso de inflamación puede ser agudo o crónico. La inflamación aguda es inmediata, de corta duración y los signos clínicos evidentes. El estado crónico es permanente y la sintomatología suele ser poco clara (Abdala *et al.*, 2014).

2.7.1. Terapéutica de la inflamación

La terapéutica de la inflamación comprende el uso de fármacos de tipo esteroideal y no esteroideal. Los glucocorticoides (cortisol y corticosterona), son hormonas esteroidales con actividad antiinflamatoria mediante la inhibición de la transcripción de genes proinflamatorios que suprimen la respuesta inmune. En tanto los fármacos no esteroidales (AINEs), son los medicamentos más extensamente prescritos en la medicina clínica y se caracterizan por compartir en diversos grados propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antipiréticas (Gautam y Jachak, 2009).

2.7.2. Inflamación y cáncer

El efecto protector de la reacción inflamatoria aguda ante una agresión local es ampliamente reconocido. Un gran número de enfermedades crónicas, como la diabetes, hipertensión, artritis, enfermedades pulmonares y autoinmunes, Alzheimer y cáncer están estrechamente relacionadas con un estado de inflamación crónica. Numerosas sustancias derivadas de la activación de genes proinflamatorios causan daño y mutaciones al DNA y también generan un aumento de la activación, promoción, supervivencia, proliferación, invasión, angiogénesis y metástasis de la célula tumoral. Se estima que la inflamación contribuye al desarrollo de al menos el 15% de todos los cánceres (Aggarwald *et al.*, 2006).

3. JUSTIFICACIÓN

En nuestro país se cuenta con una gran cantidad de conocimiento etnobotánico, que es de gran importancia recopilar y analizar, pues permite la apertura a nuevas fuentes de medicamento partiendo del conocimiento tradicional de la terapéutica con plantas. Las principales enfermedades y causas de mortalidad se encuentran asociadas a la presencia del dolor, la elevada prevalencia de dicho malestar y las desventajas de su tratamiento ineficaz, han mostrado que el alivio de este síntoma es subóptimo. Por lo cual, surge la necesidad de buscar nuevos agentes curativos de origen vegetal. Asimismo, el 30-70% de pacientes diagnosticados con cáncer usan remedios herbales como una terapia alternativa y consideran que al ser productos naturales son eficientes e inoos; sin embargo, no conocen evidencias científicas. Es por ello que en este trabajo se propone realizar la evaluación química y farmacológica de *Zinnia peruviana*, la cual de acuerdo con el conocimiento de los informantes de la comunidad de Santiago Huaucilla, Oaxaca, es utilizada en el tratamiento de padecimientos como el dolor y la inflamación. Lo anterior aportará evidencias de las propiedades que se atribuyen a dicha especie y ayudará al enriquecimiento en el conocimiento de especies medicinales confiables para la terapéutica del dolor, inflamación y neoplasias.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Realizar un análisis de la flora medicinal de Santiago Huaucilla, Oaxaca y evaluar la fitoquímica de *Zinnia peruviana* y sus efectos farmacológicos como antinociceptivo, antiinflamatorio y citotóxico con modelos experimentales.

4.2. Objetivos particulares

1. Proponer plantas con potencial medicinal para su estudio fitoquímico y farmacológico.
2. Señalar las plantas y los padecimientos de mayor relevancia en la comunidad de Santiago Huaucilla, Oaxaca.
3. Preparar los extractos orgánicos y acuoso de hoja de *Zinnia peruviana*.
4. Evaluar el espectro de actividad antinociceptiva de los extractos en modelos de nocicepción visceral e inflamación.
5. Determinar la actividad citotóxica del extracto activo de *Zinnia peruviana* en líneas celulares de cáncer de pulmón humano.
6. Calcular la dosis letal (DL₅₀) del extracto.

5. HIPÓTESIS

Si en Santiago Huaucilla, Oaxaca, utilizan plantas medicinales en la vida diaria para tratar los padecimientos más comunes, entonces un análisis etnobotánico permitirá identificar los principales padecimientos tratados, las plantas de mayor importancia en este poblado y proponer especies con potencial para ser estudiadas química y farmacológicamente.

Si los extractos de *Zinnia peruviana*, especie vegetal utilizada en la medicina tradicional de Santiago Huaucilla, Oaxaca, tienen actividad antinociceptiva, antiinflamatoria y citotóxica, entonces disminuirán las conductas de nocicepción e inflamación así como la proliferación celular en modelos experimentales.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Etnobotánica

El presente estudio enfocó la búsqueda de información etnobotánica, de manera particular en las plantas con aplicación medicinal, por lo cual los registros y resultados presentados con todos sobre plantas medicinales de la localidad de Santiago Huaucilla, Oaxaca.

6.1.1. Salidas al campo

Se realizaron cuatro salidas de campo al poblado de Santiago Huaucilla, Oaxaca, entre el periodo de agosto del 2013 a marzo del 2014 (cuadro 1). En las diversas salidas se recorrieron las principales zonas de recolecta indicadas por los habitantes. Se tomaron las coordenadas geográficas con GPS, altitud y registro fotográfico de las zonas de colecta.

Cuadro 1. Cronograma de las salidas al campo

Salida	Fecha
1 ^a	7 – 10 de agosto del 2013
2 ^a	14 – 16 de septiembre del 2013
3 ^a	31 de diciembre al 1 de enero del 2014
4 ^a	7 – 9 marzo del 2014

Se buscaron los ejemplares botánicos con ayuda de personas de la localidad o en los casos en que las personas que nos brindaron la información los tenían en su casa, se nos permitió tomar ejemplares y fotografías de las plantas.

Siempre que se encontró algún ejemplar indicado por los habitantes, se tomó registro fotográfico, descripción general de la planta, se recolectó, etiquetó y prensó.

En la primera salida se reconoció el área de estudio, nos presentamos con los habitantes y autoridades de la comunidad. También se iniciaron las entrevistas siguiendo una metodología técnica de obtención de información por medio de *snowball* y azar. Se realizaron entrevistas orales y se registró por escrito la información aportada. En las ocasiones que fue posible se le mostró al entrevistado el ejemplar botánico previamente indicado por otra persona, con la finalidad de indagar si la nueva persona reconocía dicha planta, con qué nombre la conocía y si tenía algún uso medicinal.

A partir de la segunda salida, se continuó con la búsqueda de ejemplares botánicos, la recopilación de información y se estrecharon las relaciones con las autoridades del pueblo y sus

habitantes. Previo a cada salida, se generaron archivos impresos en papel, indicando la información necesaria por obtener, basándose en la salida anterior. En algunos casos también se utilizaron fotografías impresas de ejemplares botánicos para utilizarse como material durante las entrevistas.

Al mismo tiempo que se realizaban las entrevistas a los informantes se recolectaban los ejemplares y se procedía a su herborización. En la mayoría de los casos se hicieron tres o más ejemplares de herbario. Se procuró encontrar las plantas indicadas con presencia de flor; sin embargo, no siempre fue posible obtenerlas en dicho estado. Los datos del sitio donde se recolectaron las plantas fueron registrados con la finalidad de poder volver de ser necesario.

6.1.2. Identificación de las plantas

El material recolectado fue prensado y deshidratado realizando cambios constantes del papel periódico y el cartón en el que fueron metidos. Los ejemplares fueron identificados con ayuda de taxónomos especialistas de la UNAM del Jardín Botánico y el Herbario (MEXU) del Instituto de Biología, del Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) y por especialistas en botánica independientes. Los especialistas que contribuyeron a la identificación de las especies fueron los siguientes:

- Biol. Pedro Tenorio Lezama
- Biol. Héctor Nieto López
- M. en C. Francisco Basurto Peña
- Dra. Martha Juana Martínez Gordillo con las especies del género *Salvia*.



Figura 4. Sombrero de catrín (*Dactyanthus pavonii*). Fotografía tomada el 9 de agosto del 2013

Como herramienta para la identificación también se revisaron bases de datos virtuales como el Herbario Virtual de la CONABIO, The International Plants Names Index (INPI) y Tropicos. Además de diversas consultas al listado florístico de Oaxaca publicado por García Mendoza y Meave (ed.) en el 2012.

6.1.3. Las entrevistas

Se utilizaron las técnicas de *snowball* y azar. La técnica de *snowball* se basa en la propuesta estadística de investigación de Goodman (1961), la cual permite iniciar con una pequeña muestra de informantes (Fig. 7), que brindan información sobre otros informantes que pueden aportar datos al muestreo. También permite que, partiendo de la información obtenida, se indague con los nuevos informantes para acumular información y completar el registro de los datos obtenidos. Con el método de *snowball* se forma una red social con fundamento en la acumulación de información, de tal manera que recibe su nombre al ser una analogía con una bola de nieve que incrementa su tamaño al ir cayendo cuesta abajo.

La técnica del azar, permitió obtener información por medio de personas que no necesariamente fueron indicadas por otra. Simplemente se tuvo acceso a nuevos informantes, gracias a la disponibilidad del nuevo entrevistado.

6.1.4. Análisis de los datos etnobotánicos obtenidos

Se almacenaron las hojas donde se registraron los datos en campo o en su defecto, se transcribieron los registros a formato electrónico en archivos de texto de Word. Se elaboraron tablas en Excell con los datos obtenidos y se elaboraron matrices numéricas para el cálculo de índices etnobotánicos cuantitativos. Además se elaboraron gráficas y tablas para mostrar las tendencias taxonómicas y de características de los informantes.

6.1.5. Etnobotánica cuantitativa

Los diversos padecimientos para los que se indicó el uso de plantas se definieron en categorías menores o usos específicos, las cuales, a su vez, fueron agrupadas en categorías mayores de padecimientos siguiendo la metodología de Heinrich *et al.* (1998). La finalidad de la agrupación fue poder realizar análisis intraespecíficos de cada grupo, así como análisis globales de la flora registrada en este estudio. Lo anterior permitió poder obtener propuestas de plantas con un alto grado de consenso en su uso, plantas con alto valor medicinal en la región, sugerir plantas para estudios farmacológicos posteriores y comprobar la fidelidad de la información obtenida (Friedman

et al., 1986; Phillips *et al.*, 1994; Heinrich *et al.*, 1998; Canales *et al.*, 2005; Andrade-Cetto, 2009; Islam *et al.*, 2014).



Figura 5. Algunos habitantes e informantes de Santiago Huaucilla. A) Omar Hernández Navarrete. B) Rodolfo Chávez Díaz. C) Pedro Reyes Martínez. D) Victoria Nicolás Nicolás. E) Lidia Vargas. F) Juana López Carrasco y Juan García Cruz. G) Rufina Ramírez Guzmán. H) Joaquín Cruz Coca y Juana Reyes Nicolás. I) Pedro Cruz Reyes. J) Enedina Reyes García, Filiberto García Perea y Lupita Hernández. Fotografías tomadas entre agosto del 2013 y marzo del 2014.

6.1.5.1. Factor consenso del informante

Para determinar la relativa homogeneidad de plantas utilizadas dentro de una categoría mayor de padecimiento, se comparó el número total de usos reportados para cada categoría mayor con el número total de taxones usados en cada categoría mayor. El cálculo del factor consenso del informante (F_{IC}) permitió observar si hay acuerdo en cuanto a cuales plantas deben utilizarse para tratar padecimientos de una categoría mayor, es decir, se puede evaluar la variabilidad de los usos medicinales de las plantas y determinar si las plantas usadas en alguna categoría son de particular interés para la búsqueda de compuestos bioactivos. El Factor consenso del informante se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F_{IC} = \frac{n_{ur} - n_t}{n_{ur} - 1}$$

En la fórmula, F_{IC} es el resultado del cociente entre el número de usos reportados en cada categoría mayor (n_{ur}) menos el número total de taxones utilizados en la misma categoría mayor (n_t), dividido entre el número de usos reportados en cada categoría mayor menos uno. El producto de este factor muestra un rango entre 0 y 1. Un alto valor (cercano a 1) indica que se utilizan relativamente pocos taxones por la mayoría de los informantes para curar enfermedades agrupadas en la categoría mayor evaluada. Entre más bajo sea el valor arrojado por el cálculo de este factor, mayor es el desacuerdo que hay entre los informantes en cuanto al uso de taxones que deben utilizarse para la categoría de padecimiento (Heinrich *et al.*, 1998; Canales *et al.*, 2005; Andrade-Cetto, 2009; Islam *et al.*, 2014.)

6.1.5.2. Valor de uso

El valor de uso (UV) es un cálculo individual para cada planta que da una medida cuantitativa de su importancia relativa. El valor de uso se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$UV_s = \sum_i UV_{is} / n_s$$

En la fórmula, UV_s es igual a la cantidad de usos reportados para la planta en específico (UV_{is}) dividido entre el número total de informantes entrevistados (n_s). La sumatoria se refiere a que se deben sumar todos los usos reportados en cada uso específico para esa planta y así obtener el total de usos reportados (UV_{is}) (Phillips *et al.*, 1994). El cálculo del valor de uso nos indica la extensión de uso medicinal de una planta en particular. Plantas con un amplio uso terapéutico o que son ampliamente aceptadas para curar enfermedades en particular, resultarán en un valor alto

(Islam *et al.*, 2014). Los valores obtenidos en este cálculo, son propios para cada estudio de la región específica, es decir, el rango que puede abarcar su resultado es determinado por la cantidad de informantes y los usos reportados para cada planta en una comunidad específica.

6.1.5.3. Nivel de fidelidad

El Nivel de fidelidad expresa la preferencia de una especie sobre otras para el tratamiento de una enfermedad en particular. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$FL = \frac{N_p}{N} \times 100$$

En la fórmula se divide el número total de usos de una planta reportados por informantes para una enfermedad en particular (N_p) entre el número total de usos reportados por informantes para la misma planta para cualquier enfermedad (N) (Friedman *et al.*, 1986; Andrade, 2009; Islam *et al.*, 2014). Un alto nivel de fidelidad indica una gran afinidad de esa planta para utilizarse en una enfermedad específica de acuerdo a la información de los entrevistados, mientras que un bajo Nivel de fidelidad indica un amplio rango de usos de la planta entre enfermedades distintas.

6.1.5.4. Menciones de uso

La Mención de uso (U_m) indican las menciones totales para una planta en específico que se proporcionaron por todos los informantes. Para representar tal suma se utilizó el acoplado de letras sugerido por Andrade Cetto (2009).

6.2. FITOQUÍMICA

6.2.1. Obtención de extractos

Se utilizaron las hojas de *Zinnia peruviana* para la obtención de extractos, pues es el órgano vegetal con mayor abundancia, se encuentra presente de manera continua desde la germinación hasta el fin de la floración de la planta, además de ser un reservorio de metabolitos y nutrientes. El polvo de las hojas de *Zinnia peruviana* se sometió a tres extracciones sucesivas, utilizando tres disolventes de polaridad creciente (hexano, acetato de etilo y metanol). El disolvente se eliminó mediante destilación a presión reducida para la obtención de extractos orgánicos secos (Fig. 8). El extracto acuoso se obtuvo mediante la preparación de una decocción en una proporción de 10 g de material vegetal y 90 ml de agua destilada. La decocción se filtró y se liofilizó. Finalmente, los extractos orgánicos y acuosos se pesaron para calcular su rendimiento.



Figura 6. Destilación a presión reducida y macerado de las hojas de *Zinnia peruviana*.

6.2.2. Detección de los metabolitos secundarios de *Zinnia peruviana* por cromatografía en capa fina

Los metabolitos secundarios presentes en los extractos de *Zinnia peruviana* se detectaron por medio de cromatografía en capa fina (CCF). Se utilizaron placas de sílica gel (Merck) de 5 por 7 cm y 0.1 mm de espesor. Una muestra del extracto se aplicó en la placa de cromatografía y se eluyó en una cámara de vidrio con 4 ml de una mezcla de hexano-acetato de etilo (85:15), hexano-acetato de etilo (65:35) y benceno-acetato de etilo (1:1) para terpenos, y acetato de etilo-ácido fórmico-ácido acético glacial-acetona-agua (50:7:3:30:10) para flavonoides. Posteriormente, las placas se observaron con una lámpara de luz UV (onda larga 365 nm) y finalmente fueron reveladas con el reactivo de anisaldehído para identificar terpenoides (Anexo A1), permanganato de potasio e hidroxamato férrico para detectar lactonas sesquiterpénicas (Anexo A2) y el reactivo de productos naturales (NP) para observar flavonoides (Anexo A3).

6.2.3. Fraccionamiento cromatográfico del extracto de acetato de etilo

El extracto de acetato de etilo (16.9 g) se percoló en una columna cromatográfica con gel de sílice utilizando como eluyentes hexano, cloroformo, acetato de etilo y metanol. En la figura 10 se muestra el método seguido para el fraccionamiento del extracto y en la figura 9 el material obtenido tras la eliminación del disolvente.



Figura 8. Obtención de las fracciones del extracto de acetato de etilo.

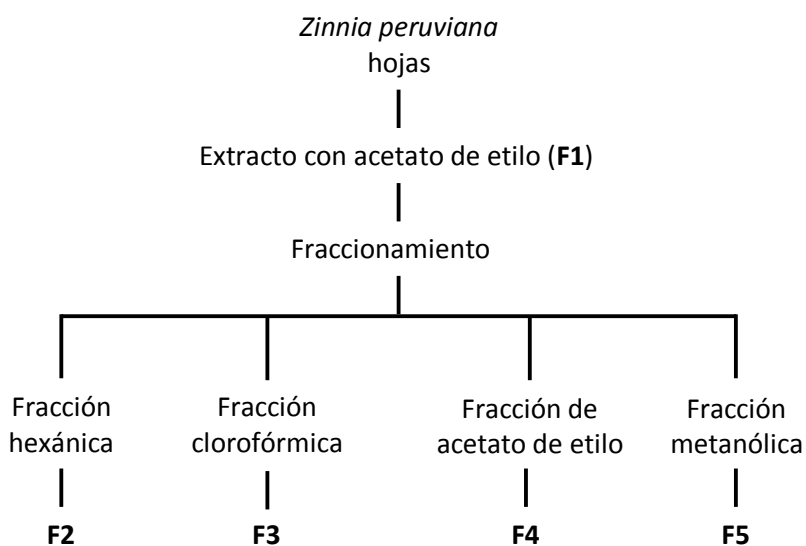


Figura 7. Fraccionamiento del extracto de acetato de etilo, obtenido de hojas de *Zinnia peruviana*

6.3. FARMACOLOGÍA

6.3.1. Modelo biológico experimental

Se utilizaron ratones machos de la cepa CD1 con un peso de 25-30 g. Los sujetos experimentales se colocaron en cajas de acrílico en grupos de seis, sin restricción de alimento y agua, manteniéndolos a una temperatura controlada de 22°C con ciclo de luz/oscuridad de 12 h y siguiendo las recomendaciones de los comités de ética e investigación científica.

6.3.2. Preparación de los extractos y fármacos

Los extractos orgánicos (hexano, acetato de etilo y metanólico) se resuspendieron con tween 80 en solución salina al 0.9%. El extracto acuoso y el ketorolaco (fármaco de referencia para control positivo) se disolvieron en solución salina. Tanto los fármacos como los extractos se utilizaron de reciente elaboración. El ketorolaco se evaluó a los 30 min de su administración. Las dosis de extracto a evaluar fueron de 1, 10, 30 y 100 mg/kg para obtener una curva dosis respuesta. Los tratamientos con extracto y fármacos de referencia se administraron por vía intraperitoneal (i.p.).

6.3.3. Evaluación farmacológica

Los extractos orgánicos y acuoso, así como las fracciones del extracto activo de hojas de *Z. peruviana* se evaluaron en los modelos experimentales para el análisis de las actividades antinociceptiva, antiinflamatoria y citotóxica. En la determinación del efecto antinociceptivo se utilizaron los modelos de la formalina y estiramiento abdominal, para la actividad antiinflamatoria, la prueba del edema plantar inducido por carragenina, y el efecto citotóxico de la línea celular humana MSTO-211H (pulmón). En la prueba de cáncer de pulmón se calculó la viabilidad celular por el método azul de tripano y también se determinó la interferencia de la enzima topoisomerasa I en la actividad de relajación del DNA.

6.3.3.1. Actividad antinociceptiva

Las sustancias analgésicas son aquellas que disminuyen la percepción de la sensación dolorosa por depresión selectiva de los mecanismos nociceptivos. Para estudiar la actividad analgésica de una sustancia existen diversos modelos experimentales en animales, basados en la aplicación de un estímulo externo doloroso en condiciones determinadas y la aparición de cambios observados en la conducta animal, en el sentido de escapar de la situación experimental. Los estímulos nociceptivos pueden ser de varios tipos: mecánico, térmico, eléctrico o químico (como la inyección intraperitoneal de una sustancia irritante como el ácido acético que producen un síndrome de contorsión. En este trabajo para la evaluación del efecto antinociceptivo se utilizaron los modelos de estiramiento abdominal "writhing" y de la formalina.

Modelo de contracción abdominal "Writhing". Se administró por vía intraperitoneal el agente nociceptivo (ácido acético), una hora después de inyectar el extracto y media hora con el ketorolaco (fármaco de referencia). Inmediatamente después de la administración se registró la latencia al primer estiramiento abdominal y el número de contorsiones (caracterizadas por un leve arqueado del

lomo, desarrollo de tensión en los músculos abdominales y extensión de las extremidades), observadas durante 30 min en intervalos de 5 min (Viana *et al.*, 2003). Para la medición de los parámetros se utilizó un cronómetro, un contador manual y libreta (Fig. 11 y 12).



Figura 11. Material utilizado durante la prueba de Wrighting o estiramiento abdominal.



Figura 12. Estiramientos abdominales del ratón (conductas de nocicepción).

Modelo de la formalina. Este consistió en inyectar 20 μ L de formalina al 1% en la parte dorsal de la pata inferior derecha de cada ratón y enseguida se contó el tiempo de lamidas realizadas en la extremidad administrada con el agente nociceptivo, registrando dos periodos: la primera fase de 0-5 min y en la segunda fase de 15-30 min.

La inyección de formalina en la pata del ratón produce una irritación local, provocando ardor que hace que el sujeto experimental se lama la pata afectada. La prueba de la formalina es bifásica. La primera fase (aguda o neurogénica) se da en los primeros cinco minutos después de que se aplica la formalina. La etapa que se caracteriza por la activación a nivel de nociceptores. La segunda fase (tónica o inflamatoria) ocurre durante los 15-30 minutos después de la administración de formalina. En este proceso inflamatorio participan mediadores proinflamatorios como la histamina, 5-HT, prostanglandinas y bradicinina (Tjølsen *et al.*, 1992). Para el registro de datos se utilizó un

cronómetro, contador manual, libreta y además nos auxiliamos con un espejo para poder observar de manera efectiva todas las conductas de presencia de nocicepción (Fig. 13).

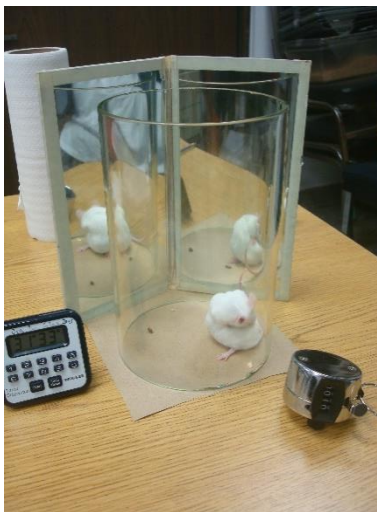


Figura 9. Prueba de nocicepción por inducción de dolor en cojinete plantar con formalina

6.3.3.2. Actividad antiinflamatoria

Existen diferentes modelos experimentales que permiten valorar la respuesta inflamatoria, como son: el eritema, el edema, los cambios en la permeabilidad vascular, la quimiotaxis y migración leucocitaria o la fagocitosis por polimorfonucleares. Por lo general, en estos modelos se provoca, por aplicación de un agente irritante apropiado, una reacción inflamatoria que se trata de reducir o inhibir por la administración de los productos en estudio. En esta investigación se utilizó el modelo de carragenina.

Edema inducido por carragenina. Los ratones recibieron una inyección subplantar de 0.05 ml de carragenina al 1%, disuelta en solución salina 0.9% en la extremidad posterior derecha. El volumen de la extremidad fue medido antes y a las 2, 3 y 4 horas después de la inyección de carragenina con un pletismómetro modelo 7150; Ugo Basile, Italia.

La carragenina produce una reacción inflamatoria de tipo bifásico en la que intervienen diferentes mediadores de la inflamación. La primera fase (durante las dos primeras horas después de la inyección de carragenina) está relacionada con la liberación de los mediadores de histaminas y

serotonina, mientras que la segunda fase (entre 3 y 4 horas después de la administración) intervienen las quininas y las prostanglandinas.

6.3.3.3. Evaluación de la actividad citotóxica

Para la evaluación citotóxica de los extractos y fracciones de *Zinnia peruviana* se empleó la línea celular humana MSTO-211H de cáncer de pulmón. Los experimentos se realizaron durante una estancia corta, realizada del 2 al 9 de mayo del 2014, en el Departamento de Ciencias Farmacéuticas y Farmacológicas de la Universidad de Padova, Italia, en el laboratorio a cargo de la profesora Dra. Lisa Dalla Via, con apoyo de la Dra. Aida Nelly García Argaez y dos estudiantes de la misma universidad. La citotoxicidad de los compuestos se determinó en microcultivos, midiendo la viabilidad celular por el método azul de tripano y para conocer el posible mecanismo de dicha planta se realizó la determinación de la actividad de relajación del ADN topoisomerasa I. La metodología se describe a continuación:

Inhibición del crecimiento de la línea MSTO-211H (células del mesotelioma bifásico humano) con el extracto de acetato de etilo y sus fracciones. Se cultivaron las células en medio RPMI 1640 (Sigma Chemical Co.) suplementado con 2.4 g/L de Hepes, 0.11 g/L de piruvato de sodio y 10% de suero fetal bovino inactivado por calor (Invitrogen), 100 U/ml de penicilina, 100 µg/ml de estreptomina y 0.25 µg/ml de anfotericina B (Sigma Chemical Co.), a una temperatura de 37 °C en un ambiente húmedo a una atmósfera de 5% de CO₂. Para el ensayo de la actividad antitumoral, se sembraron 3 x 10⁴ de células en pocillos de una placa de cultivo celular de 24 pocillos. Se incubaron durante 24 h y se añadió a la placa distintas concentraciones del extracto y sus fracciones (Fig. 14). Las células fueron nuevamente incubadas en condiciones estándar durante otras 72 horas. La determinación de la viabilidad de la línea celular, se realizó en un hematocitómetro mediante la técnica por exclusión con azul de tripano. Los valores de citotoxicidad se expresaron en cuanto a la Inhibición de crecimiento del 50% (GI₅₀). Para contabilizar las células viables se utilizaron cámaras de Bürker (Fig. 15).

6.3.3.4. Actividad de relajación del DNA con la enzima topoisomerasa I

Este experimento se llevó a cabo durante la estancia corta en la Universidad de Padova, que fue descrita en el punto anterior. Se utilizó el plásmido pBR322 superenrollado (0.25 µg, Fermentas Life Sciences), el cual fue incubado con 2U de la topoisomerasa I (Topogen) y dos concentraciones distintas, por separado, del extracto y sus fracciones durante 60 minutos a 37°C en 20 µL de buffer de reacción. Las reacciones fueron detenidas mediante la adición de 4 µL de solución buffer (5% de SDS, 0.125% de azul de bromofenol y glicerol 25%), 50 µg/mL de proteinasa K (Sigma) e incubadas durante 30 min a 37 °C. La separación del DNA se llevó a cabo mediante electroforesis en un gel de agarosa al 1% a temperatura ambiente. Para la tinción del DNA se usó bromuro de etidio (1 µg/ml) en una solución buffer TAE al 1%. El DNA se visualizó con luz ultravioleta de onda corta (260 nm) en un transiluminador para observar la emisión de fluorescencia con una cámara CCD acoplada a un equipo Gel Doc XR (Bio-Rad).

6.3.3.5. Determinación de la dosis letal (DL₅₀)

La observación de los animales se inició inmediatamente después de administrar los tratamientos y fue dirigida principalmente a la ocurrencia de muertes para determinar la DL₅₀; así como la aparición de signos tóxicos de bajo grado relacionados con el estado general y comportamiento de los ratones (salivación, temblor, somnolencia, letargo, ruido nasal, piloerección, epistaxis y convulsiones). El primer día de experimentación se registraron las observaciones a las 0.5, 4 y 24 horas. Posteriormente cada 24 horas hasta completar los 14 días del ensayo.

Se evaluó el extracto de acetato de etilo y de hexano, pues fueron los que resultados ser efectivos en las pruebas biológicas. La dosis probada para el extracto de acetato de etilo fue de 100 mg/kg y para el extracto de hexano fue de 2000 mg/kg.

El grupo control fue tratado con solución salina al 0.9%. Dicha solución fue la misma que se utilizó para disolver el extracto administrado. De manera adicional se registró el peso corporal de las unidades experimentales diariamente durante 14 días y al final se efectuó una revisión macroscópica de los órganos internos por medio de una necropsia (Fig. 16).

6.3.4. Análisis estadístico

Los datos se presentan como la media \pm el error estándar (E.E.M.) del parámetro medido. Los datos de nocicepción se presentan como el curso temporal a lo largo de 30 min (duración estándar de la prueba de Wrigthing) y como la cantidad de estiramientos totales, los cuales se calcularon sumando todos los registros durante el tiempo que se realizó el experimento. Para determinar si un extracto y dosis específica fueron estadísticamente efectivos, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía seguido de la prueba de Dunnett, la cual permitió comparar las diferentes dosis contra el control o fármaco de referencia. El criterio de aceptación para considerar diferencia estadística efectiva fue de una $p < 0.05$.

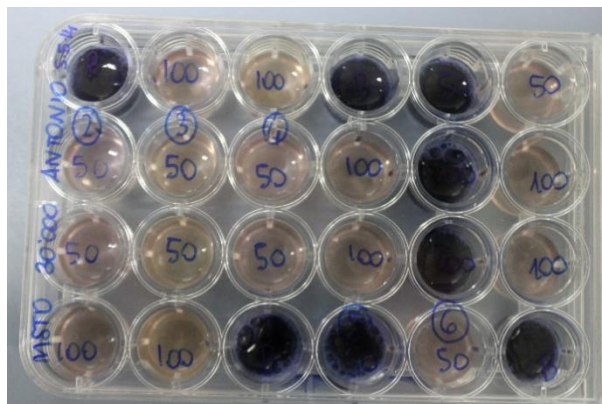


Figura 11. Siembra de células de tumor de pulmón de la línea MSTO-211H para prueba de inhibición de crecimiento celular

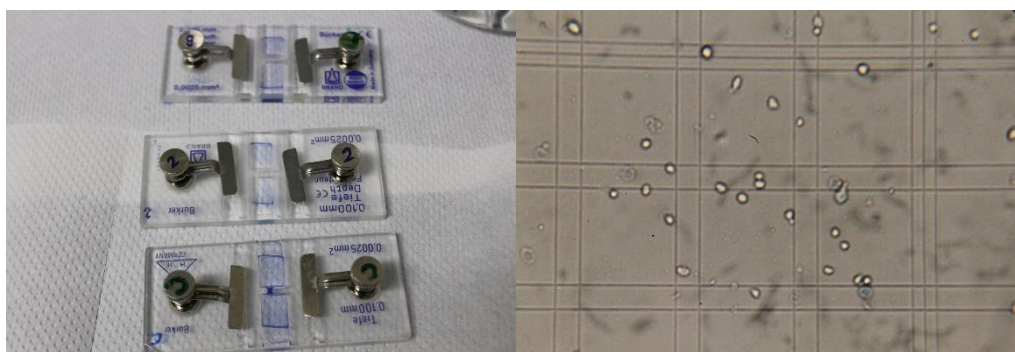


Figura 10. Contabilización de células tumorales viables en cámara de Bürker



Figura 12. Necropsia y revisión de órganos internos tras la prueba de dosis letal (DL₅₀)

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Etnobotánica

7.1.1. Informantes

Se entrevistó a un total de 30 personas. Respecto al sexo de los entrevistados, el mayor porcentaje es para las mujeres con 19 individuos equivalentes al 63%. Los hombres representan el 37% con 11 individuos (Fig. 17).

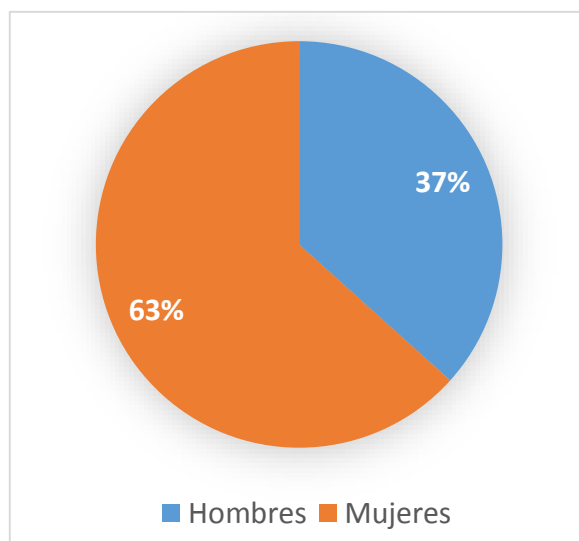


Figura 13. Proporción entre hombres y mujeres entrevistados

En el poblado de Santiago Huaucilla la mayoría de las personas que se encuentran de manera permanente en sus casas son adultos mayores (60 años o más), por lo tanto la mayoría de las personas que pudimos entrevistar pertenecen a dicho grupo. Los entrevistados nos han comunicado que existe un fenómeno de migración que ha ocurrido desde hace varias décadas, pero es aún más notorio desde hace aproximadamente 15 años.

Los habitantes de Santiago Huaucilla mencionaron que de manera empírica ellos observan que la disminución de la población se debe a que muchas personas migran a la capital del estado, al municipio de Nochixtlán o a estados como Puebla, Estado de México o el Distrito Federal, esto debido a la búsqueda de nuevas oportunidades de trabajo o educación. Con respecto a la búsqueda de educación, se sabe que en Santiago Huaucilla los estudiantes cursan sus estudios solamente hasta la secundaria y posteriormente optan por desplazarse a otros sitios si quieren continuar

estudiando, lo cual es también un factor que influye para permanecer en la localidad. Además, la carencia de acceso a niveles de educación superiores a los básicos, promueve que la población se vea destinada al envejecimiento, pues los que tienden a salir del pueblo son los jóvenes, mientras que los de mayor edad siguen siendo los habitantes permanentes.

En la localidad hay numerosas casas que permanecen deshabitadas, pues mucha gente que ha migrado las conserva, pero sólo regresa al pueblo en días de festejos tradicionales o en festejos familiares, es decir, son habitantes itinerantes.

La migración de habitantes del pueblo de Santiago Huaucilla ha llevado a las autoridades y a la gente más proactiva de la región a tomar iniciativas para atraer visitantes a la localidad. Un proyecto que actualmente está en marcha es la generación de atracciones ecoturísticas, para poder aprovechar los sitios naturales tan bastos y llenos de belleza que hay en la región. Los proyectos de ecoturismo, además de generar flujo económico, permiten el aprovechamiento de la riqueza natural, la promoción de su cuidado y la difusión de la importancia de las áreas naturales.



Figura 14. Cascadas y cuerpos de agua en la sierra de Santiago Huaucilla. Uno de los principales elementos para atraer el ecoturismo en la región son las diversas charcas donde se puede nadar y las cascadas escondidas entre la sierra. Fotografía de la izquierda tomada el 8 de agosto de 2013. Fotografía de la derecha tomada por Andrea Jacqueline García Chávez el 24 de julio del 2014.

Debido a lo comentado, la gente a la que se tiene mayor acceso para poder entrevistar es la de mayor edad. Además, es probable que la información sobre conocimientos tradicionales se esté perdiendo debido a los procesos de migración y también por procesos derivados del sincretismo cultural y aculturación, propiciando así, que sólo los de mayor edad contengan el conocimiento sobre la medicina tradicional de Santiago Huaucilla.

7.1.2. Listado florístico

A continuación se presenta el listado florístico de las plantas con uso medicinal que se identificaron en Santiago Huaucilla, Oaxaca. Los nombres comunes utilizados en Santiago Huaucilla pueden consultarse en el cuadro 5.

División Angiospermae

Familia Acanthaceae

Justicia spicigera Schlttdl.

Familia Amaranthaceae

Iresine celosia L.

Familia Anacardiaceae

Rhus standleyi F.A. Barkley

Rhus hartmanii F.A. Barkley

Familia Annonaceae

Annona sp.

Familia Apiaceae

Eryngium carlinae F. Delaroche

Foeniculum vulgare L.

Familia Apocynaceae

Asclepias linaria Cav.

Dictyanthus pavonii Decne.

Familia Asparagaceae

Agave cupreata Trel. & A. Berger

Agave lecheguilla Torr.

Familia Asteraceae

Brickellia secundiflora (Lag.) A. Gray

Gnaphalium sp.

Gnaphalium sp.

Grindelia inuloides Willd.

Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.

Heterotheca inuloides Cass.

Lactuca sativa L.

Pinaropappus roseus (Less.) Less.

Porophyllum linaria (Cav.) DC.

Pseudognaphalium roseum (Kunth) Anderb.

Tagetes lucida Cav.

Tagetes erecta L.

Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.

Taraxacum officinale F. H. Wigg.

Zinnia peruviana (L.) L.

Familia Bignonaceae

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

Familia Bromeliaceae

Tillandsia sp.

Familia Boraginaceae

Tournefortia volubilis L.

Familia Cactaceae

Opuntia sp.

Familia Caprifoliaceae

Sambucus mexicana C. Presl ex DC.

Familia Convolvulaceae

Ipomoea arborescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don

Familia Crassulaceae

Echeveria sp.

Familia Cucurbitaceae

Sechium edule (Jacq.) Sw.

Familia Ericaceae

Arctostaphylos pungens Kunth.

Familia Euphorbiaceae

Acalypha sp.

Croton ciliatoglandulifer Ortega

Croton neomexicanus Müll. Arg.

Cnidoscolus chayamansa McVaugh

Euphorbia prostrata Aiton

Ricinus communis L.

Tragia nepetifolia Cav.

Familia Fabaceae

Crotalaria pumila Ortega

Dalea leporina (Aiton) Bullock

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.

Familia Hydrophyllaceae

Wigandia urens (Ruiz & Pav.) Kunth

Familia Geraniaceae

Geranium gentryi H. E. Moore

Familia Lamiaceae

Clinopodium mexicanum (Benth.) Govaerts

Marrubium vulgare L.

Mentha spicata L.

Rosmarinus officinalis L.

Salvia circinata Cav.

Salvia purpurea Cav.

Salvia semiatrata Zucc.

Familia Lauraceae

Persea americana Mill.

Cinnamomum sp.

Familia Liliaceae

Allium sativum L.

Familia Loganiaceae

Buddleja sessiliflora Kunth.

Buddleja sp.

Familia Malvaceae

Hibiscus sp.

Sida acuta Brum. F.

Familia Mimosaceae

Mimosa sp.

Familia Nyctaginaceae

Bougainvillea spectabilis Willd.

Familia Onagraceae

Gaura coccinea Pursh.

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton

Familia Oxalidaceae

Oxalis latifolia Kunth.

Familia Papaveraceae

Argemone platyceras Link & Otto

Familia Pedaliaceae

Sesamum indicum L.

Familia Poaceae

Phalaris canariensis L.

Familia Rosaceae

Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.

Familia Rubiaceae

Hintonia latiflora (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock

Familia Rutaceae

Casimiroa tetrameria Millsp.

Citrus x limonum Risso

Citrus x sinensis (L.) Osbeck

Ruta graveolens L.

Familia Sapindaceae

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

Familia Solanaceae

Nicotiana tabacum L.

Familia Taxodiaceae

Taxodium mucronatum Ten.

Familia Verbenaceae

Lippia graveolens Kunth.

Lippia oaxacana B. L. Rob. & Greenm.

División Gymnospermae

Familia Equisetaceae

Equisetum sp.

Familia Cupressaceae

Juniperus sp.

División Lycophyta

Familia Selaginellaceae

Selaginella sp.

Se considera que el listado de plantas medicinales obtenido fue de buena cantidad. Para la región de la mixteca alta, en particular en el distrito de Nochixtlán, los estudios realizados en su mayoría reportan una menor cantidad de especies en contraste con una mayor cantidad de visitas y entrevistados en cada región. El dato anterior fue reportado por Hernández Cruz (2013), siendo su estudio, el único que superó en cuanto a cantidad de especies a este estudio, aunque al igual que en éste, la cantidad de entrevistas y visitas realizadas a la localidad en cuestión fueron menores que en los demás. La comparación entre los estudios realizados en la región del distrito de Nochixtlán se muestra en el cuadro 2, que fue tomado y modificado de Hernández Cruz (2013).

Cuadro 2. Registro de taxones botánicos reportados en la zona de la Mixteca alta y la extensión territorial del sitio muestreado.

Municipio	Núm. De taxones	Superficie territorial	Referencia
Santiago Apoala	18	86.53 km ²	Nieto (2009)
Santiago Tilantongo	21	224.44 km ²	Ferrer (2009)
San Miguel Chichahua	94	94.41 km ²	Hernández (2013)
Santiago Huaucuililla	22	104.07 km ²	Pacheco <i>et al.</i> (2009)
Santiago Huaucuililla	83	104.07 km²	En esta tesis

Los resultados presentados por los estudios del distrito de Nochixtlán, sugieren que hay una necesidad de profundizar más en la recopilación de información en dichas localidades. Los resultados de esta tesis son muy similares a los de Hernández Cruz (2009), pues en tal estudio la cantidad de entrevistados fueron 33 durante ocho meses, mientras que en el presente estudio los entrevistados fueron 30, también durante un lapso de ocho meses, aunque las salidas para este estudio fueron solamente cuatro sumando un total de 12 días.

Aumentar la cantidad de entrevistados ayudaría a obtener más información sobre los conocimientos de la comunidad de Santiago Huaucuililla. Es necesario aumentar las salidas al campo y contactar con nuevos informantes, lo cual permitiría complementar la información ya obtenida y probablemente aumentar la diversidad botánica utilizada.

7.1.2.1. Análisis florístico

Este estudio enfocó la recopilación de información sobre las plantas medicinales, debido a la importancia que tuvieron estas en el pasado. Se registró un total de 114 plantas con uso medicinal, de las cuales se identificaron efectivamente 83. El listado de plantas no identificadas y los usos mencionados para las mismas, puede ser consultado en el anexo A de esta tesis. Dichas plantas pertenecen a tres divisiones botánicas, 45 familias y 74 géneros. Las familias mejor representadas son la Asteraceae con 15 especies que equivale al 18% del total, Euphorbiaceae y Lamiaceae con siete especies cada una equivalentes al 8.5%, Rutaceae con cuatro especies equivalentes al 5% y Fabaceae con tres equivalentes al 4% (Fig. 19).

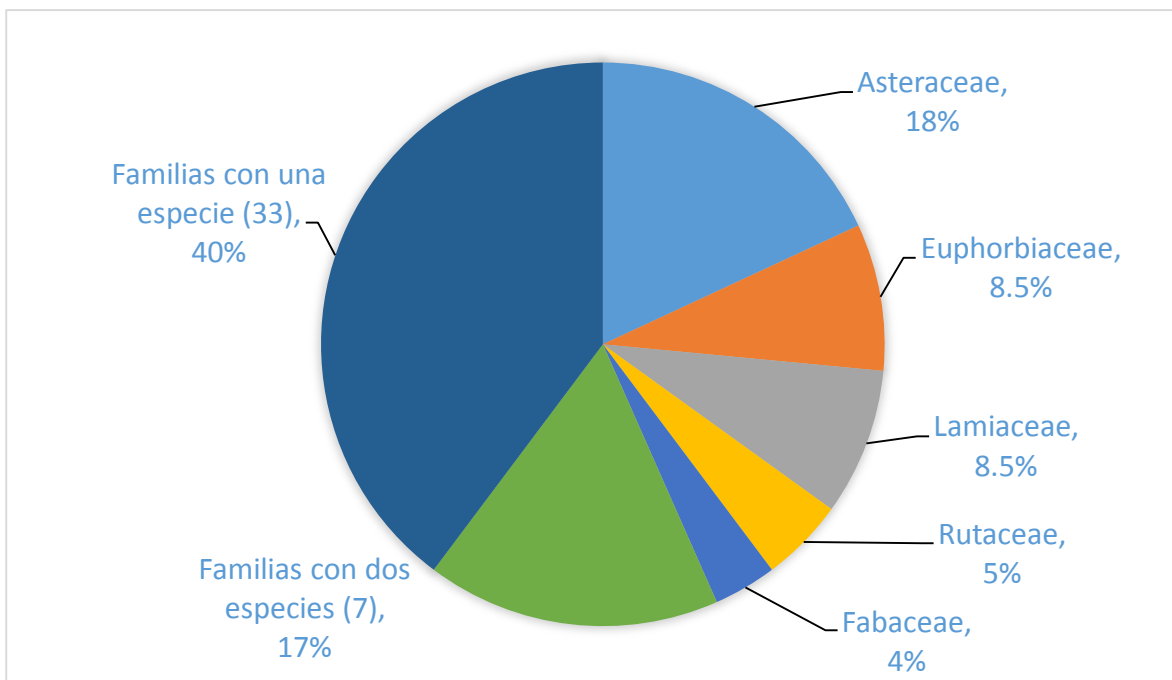


Figura 15. Porcentaje de especies por familia botánica.

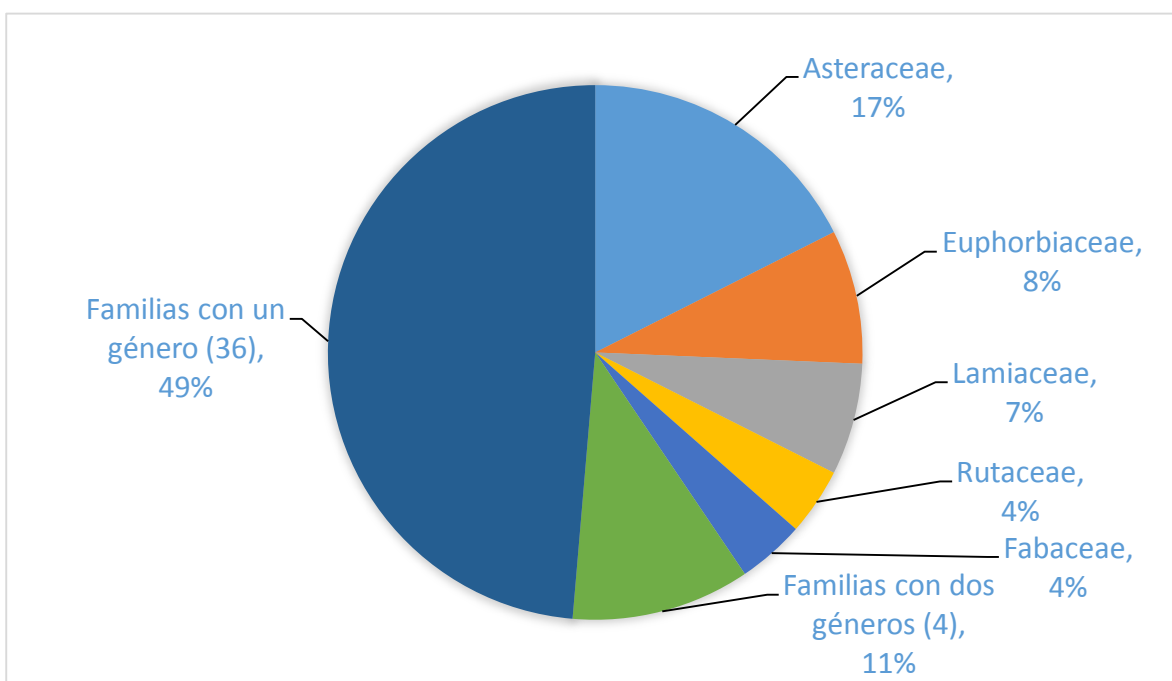


Figura 16. Porcentaje de géneros por familia botánica.

La familia con mayor número de géneros es Asteraceae con 13 géneros que equivalen al 17%, Euphorbiaceae con seis géneros, Lamiaceae con cinco géneros, Rutaceae y Fabaceae con tres géneros cada una (Fig. 20).

El género mejor representado es *Salvia*, de la familia Lamiaceae, con tres especies, seguido de los géneros *Agave* (Asparagaceae), *Rhus* (Anacardiaceae), *Gnaphalium* (Asteraceae), *Tagetes* (Asteraceae), *Croton* (Euphorbiaceae) y *Citrus* (Rutaceae) con dos especies representadas para cada género.

Los resultados con respecto a la representación de familias son muy similares a otros estudios etnobotánicos cercanos a Santiago Huaucilla, siendo la familia Astereceae en todos los casos la familia con mayor cantidad de especies reportadas. También cabe destacar a la familia Lamiaceae que se reporta como la segunda o tercera familia mejor representada (Hernández, 2013; Mercado, 2013).

Los ejemplares de herbario recolectados están en proceso de ser integrados a un herbario para generar un número de voucher que incremente el impacto del presente estudio.

Es necesario enfocar esfuerzos en salidas de campo futuras para poder obtener los ejemplares correspondientes a las plantas de las que no se pudo obtener ningún ejemplar (31 plantas), de tal manera que se pueda tener un registro más completo de la flora medicinal de Santiago Huaucilla.

7.1.3. Categorías de usos medicinales

Los usos medicinales se clasificaron en categorías menores (usos específicos). Los usos específicos se agruparon en categorías mayores de padecimientos. En el cuadro 3 se muestra la clasificación propuesta para el análisis de las enfermedades tratadas en este estudio. En total se reportaron 554 menciones de uso (Um) que se agruparon en 68 usos específicos, los cuales a su vez se conjuntaron en 17 categorías mayores de padecimiento.

Cuadro 3. Categorías de uso medicinal de las especies.

No. De categoría	Categoría mayor de padecimientos	Uso específico	No. De usos reportados
1	Cardiovascular/sanguíneos	Colesterol elevado	2
		Hipertensión arterial	20
		Padecimiento cardiaco no específico	7
		Limpiar la sangre	1
2	Dermatológico	Caspa	1
		Cerrar los poros de la piel	1
		Cicatrizante	4
		Desinfectante/lavados en heridas	8
		Erisipela/disipela	2
		Granos en la piel	4
		Granos/fogazos orales	5
		Irritación/salpullido	2
		Paño	8
		Picadura de insecto (no venenoso)	1
		Quemaduras	3
		Sarampión/varicela/viruela	18
3	Diabetes	Control de la diabetes	24
4	Dolor/inflamación	Desinflamatorio/analgésico en golpes	64
		Dolor de cabeza	6
		Dolor de muelas	8
		Dolor/inflamación de oído	6
5	Esqueleto-muscular	Fracturas	9
		Reumas/dolor de huesos	7
6	Fiebre (incluido el paludismo)	Antipirético	27
		Paludismo	3
7	Gastrointestinal	Cólicos	16
		Colitis	1
		Diarrea	15
		Disentería	11
		Dolor/malestar estomacal	67
		Empacho	5
		Gastritis	6
		Inflamación/flatulencias	2
		Purgante	1
		Vómito	3
		Antiespasmótico (veterinario)	2
8	Aparato reproductor	Anticonceptivo femenino	1

No. De categoría	Categoría mayor de padecimientos	Uso específico	No. De usos reportados
		Favorecer la fertilidad	1
9	Lactancia/maternidad	Aumentar producción de leche materna	6
		Baños durante el embarazo	1
		Baños postparto	25
10	Oftalmológico	Derrames	1
		Irritación/infección ocular	5
11	Cáncer	Ayudar a curar el cáncer	13
12	Padecimientos por toxicidad	Mordedura de viuda negra (<i>Latrodectus sp.</i>)	2
		Mordedura de culebra	4
		Piquete de alacrán	1
		Piquetes/mordeduras venenosas en general	2
13	Respiratorio	Tos	14
14	Síndrome de filiación cultural	Alejar tristezas/envidias	5
		Alferecía	3
		Frialdad/mal aire	11
		Mal de ojo	1
		Pasmo	1
15	Sistema nervioso central	Epilepsia	1
		Somnífero/insomnio	5
		Tensión/trastornos de los nervios	17
		Tristeza/depresión	4
16	Urológico	Diurético	1
		Padecimientos de los riñones (dolor, piedras)	27
		Padecimientos de la próstata	5
17	Otro/no clasificado	Adelgazar	1
		Alergias	1
		Amacizar dentadura	8
		Favorecer el apetito	1
		Padecimientos de la vesícula biliar	13
		Tonificante/revitalizante	2
		Vaguido	1

Los usos específicos más frecuentes fueron para dolor/malestar estomacal con 67 menciones, desinflamatorio/analgésico en golpes con 64, antipirético y padecimientos de los riñones con 27 menciones cada uno.

La categoría mayor de padecimientos gastrointestinales es la que presenta más usos reportados. Lo cual es consistente con los resultados obtenidos en otros estudios etnobotánicos que usaron la presente metodología de clasificación en regiones de México (Heinrich *et al.*, 1998; Andrade, 2009). Sin embargo, hubo variación en las siguientes categorías mayores con alta cantidad de reportes. De acuerdo a lo anterior, se podría asumir que la mayoría de los padecimientos tratados por la medicina tradicional mexicana pueden clasificarse como padecimientos gastrointestinales. En este estudio las categorías que le siguen a la gastrointestinal en cuanto a mayor cantidad de menciones son dolor/inflamación y padecimientos dermatológicos.

7.1.3.1. Resultados del factor consenso del informante

Los resultados del factor consenso del informante (F_{ic}) mostraron que la categoría con mayor convenio entre los entrevistados es la de cáncer (0.83), seguida de esqueleto-muscular (0.80) y fiebre (0.79). Las categorías con un menor consenso fueron aparato reproductor que mostró un convenio nulo (0), síndromes de filiación cultural (0.13) y diabetes (0.29). Los resultados para todas las categorías se muestran en el cuadro 5.

Con relación al factor consenso del informante, para la categoría mayor cáncer, que cuenta solamente con un uso (para ayudar a curar el cáncer), se registraron 13 menciones. Para esqueleto-muscular, el uso con mayor cantidad de reportes fue para fracturas con nueve menciones. Para la categoría de fiebre, el uso como antipirético registró 27 menciones (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Factor consenso del informante. Se muestra cada categoría mayor, la cantidad de taxones que se indicaron en algún uso para cada categoría y las menciones de uso total dentro de la categoría.

No. De categoría	Categoría mayor de padecimientos	Taxones	Usos	Fic	Planta más utilizada
11	Cáncer	3	13	0.83	<i>Tournefortia volubilis</i>
5	Esqueleto-muscular	4	16	0.80	<i>Gymnosperma glutinosum</i>
6	Fiebre (incluido el paludismo)	6	25	0.79	<i>Buddleja sessiliflora</i>
16	Urológico	9	31	0.73	<i>Selaginella sp.</i>
7	Gastrointestinal	34	116	0.71	<i>Clinopodium mexicanum</i>
4	Dolor/Inflamación	28	77	0.64	<i>Gymnosperma glutinosum</i>
2	Dermatológico	19	45	0.59	<i>Pinaropappus roseus</i>
15	Sistema nervioso central	12	26	0.56	<i>Justicia spicigera</i>
9	Lactancia/maternidad	14	29	0.54	<i>Mimosa sp.</i>
12	Padecimientos por toxicidad	2	3	0.50	<i>Euphorbia prostrata</i>
10	Oftalmológico	4	6	0.40	<i>Croton neomexicanus</i> ¹
13	Respiratorio	9	14	0.38	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
17	Otro/no clasificado	15	23	0.36	<i>Iresine celosia</i>
1	Cardiovascular/sanguíneos	17	26	0.36	<i>Eriobotrya japonica</i>
3	Diabetes	13	18	0.29	<i>Opuntia sp.</i> ²
14	Síndromes de filiación cultural	14	16	0.13	<i>Citrus x sinensis</i>
8	Aparato reproductor	1	1	0.00	<i>Clinopodium mexicanum</i>
	Total	204	485		

¹En la categoría mayor de padecimiento 10 hubo igualdad en la cantidad de menciones de uso entre las plantas *Croton neomexicanus* y *Argemone platyceras*. Se determinó como la más utilizada a *Croton neomexicanus* utilizando el cálculo del Índice de fidelidad (FL) (consultar cuadro 7).

²En la categoría mayor de padecimiento 3 hubo igualdad en la cantidad de menciones de uso entre las plantas *Opuntia sp.*, *Aloe sp.*, *Eryngium carlinae*, *Iresine celosia* y *Tecoma stans*. Se determinó como la más utilizada a *Opuntia sp.* utilizando el cálculo del Índice de fidelidad (FL) (consultar cuadro 7)

Gymnosperma glutinosum (Fig. 22) se destaca al analizar las plantas más utilizadas dentro de cada categoría mayor de padecimiento, pues es la más usada en dos categorías distintas (esqueleto-muscular y dolor/inflamación). *Clinopodium mexicanum* (Fig. 22) también se registra en

dos categorías; sin embargo, una de las categorías es la de aparato reproductor, cuyo cálculo del Factor consenso del informante es cero, es decir, no hay evidencia suficiente para poder indicar la utilización de dicha especie con fines que ayuden a favorecer la fertilidad.

Los valores altos del factor consenso del informante sugieren que hay alto grado de acuerdo sobre el uso de las especies incluidas en las categorías señaladas (Cuadro 4), lo que indica que se incrementa la posibilidad de que las plantas indicadas dentro de esa categoría mayor curen efectivamente los padecimientos indicados (Teklehaymanot, 2007; Giday, 2007; Islam *et al.*, 2014).



Figura 21. *Itandidi* (*Gymnosperma glutinosum*) del lado izquierdo y la hierba de tinta (*Justicia spicigera*). Fotografía de itandidi tomada el 9 de agosto del 2013. Fotografía de la hierba de tinta tomada el 15 de septiembre del 2013.



Figura 22. Chicalote (*Argemone platyceras*). Fotografías tomadas el 8 de marzo del 2014.

7.1.4. Usos, aplicación y etnobotánica cuantitativa de las plantas medicinales

Cuadro 5. Plantas utilizadas en Santiago Huaucilla, Oaxaca, México. Al final de este cuadro se muestra el significado de las abreviaturas.

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
Acanthaceae	<i>Justicia spicigera</i>	16	0.53	Hierba de tinta.	PA	Hipertensión	1	Decocción	Oral	6.25	1
					PA	Padecimiento cardiaco no especificado	1	Decocción	Oral	6.25	1
					PA	Cólicos estomacales	1	Decocción	Oral	6.25	7
					PA	Diarrea	1	Decocción	Oral	6.25	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	1	Decocción	Oral	6.25	7
					PA	Para ayudar a curar el cáncer	1	*Decocción	Oral	6.25	11
					PA	Alferecía	2	Decocción	Oral	12.50	14
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	5	Decocción	Oral	31.25	15
					PA	Tristeza/depresión	1	Decocción	Oral	6.25	15
					PA	Tonificante/revitalizante	1	Decocción	Oral	6.25	17
Amaranthaceae	<i>Iresine celosia</i>	13	0.43	Yuku kahua. Oreja de coyote.	PA	Control de la diabetes	2	Infusión	Oral	15.38	3
					PA	Cólicos	2	Infusión	Oral	15.38	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	1	*Decocción	Oral	7.69	7
					PA	Aumentar la producción de leche	1	Decocción	Oral	7.69	9
					PA	Frialdad/mal aire	1	Decocción	Tópica	7.69	14
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	2	Infusión/Decocción	Oral	15.38	15
					PA	Padecimientos de la vesícula biliar	4	Infusión	Oral	30.77	17
Anacardiaceae	<i>Rhus standleyi</i>	6	0.20	Somaque de hoja rasposa o de hoja ancha.	H	Sarampión/varicela/viruela	2	¿?	Tópica	33.33	2
					H	Baños postparto	1	Decocción	Tópica	16.67	9
					H	Amacizar dentadura	3	Directa en fresco	Oral	50.00	17

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
Anacardiaceae	<i>Rhus hartmanii</i>	1	0.03	Somaque de hoja lisa o de hoja chica.	H	Amacizar dentadura	1	Directa en fresco	Oral	100	17
Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	4	0.13	Hoja de anona. Palo de anona.	H	Desinflamatorio/analgésico en golpes	3	Maceración en aceites, *decocción	Tópica	75.00	4
					H	Alejar tristezas	1	*Decocción	Tópica	25.00	14
Apiaceae	<i>Eryngium carlinae</i>	11	0.37	Hierba del sapo.	PA	Colesterol elevado	1	Decocción	Oral	9.09	1
					PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	Decocción	Tópica	9.09	2
					PA	Control de la diabetes	2	Decocción	Oral	18.18	3
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Decocción	Tópica	9.09	4
					PA	Padecimientos de los riñones	4	Decocción, infusión	Oral	36.36	16
					PA	Padecimientos de la próstata	1	Decocción	Oral	9.09	16
				Epazote de burro.	PA	Padecimiento cardiaco no especificado	1	Decocción	Oral	9.09	1
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	21	0.70	Hinojo. Anisillo. Eneldo. Neldo.	PA	Padecimiento cardiaco no especificado	2	Decocción, *decocción	Oral	9.52	1
					PA	Paludismo	3	Decocción	Oral	14.29	6
					PA	Cólicos	5	Decocción, *decocción, infusión	Oral	23.81	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	2	Decocción	Oral	9.52	7
					PA	Aumentar la producción de leche	2	Infusión	Oral	9.52	9
					PA	Baños postparto	3	Decocción	Tópica	14.29	9
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	3	Decocción, maceración en alcohol	Oral	14.29	15
					PA	Padecimientos de la vesícula biliar	1	Decocción	Oral	4.76	17
Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	1	0.03	Romerillo	R	Dolor de muelas	1	Directa en fresco	Oral	100	4
Apocynaceae	<i>Dictyanthus pavonii</i>	4	0.13	Sombbrero de catrín.	PA	Padecimiento cardiaco no especificado	2	Decocción, *decocción	Oral	50.00	1

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Cólicos	1	Decocción	Oral	25.00	7
					FI	Alferecía	1	Decocción	Oral	25.00	14
Asparagaceae	<i>Agave cupreata</i>	10	0.33	Papalome. Agave silvertó.	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	8	Tostado/calentado, Decocción, molido en fresco	Oral, tópica	80.00	4
					PA	Pasmo	1	Decocción	Oral	10.00	14
					PA	Amacizar dentadura	1	Directa en fresco	Oral	10.00	17
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	1	0.03	Lechuguilla.	FV	Irritación/infección ocular	1	Directa en fresco	Oftálmica	100	10
Asteraceae	<i>Brickellia secundiflora</i>	10	0.33	Hierba de ratón. Oreja u orejita de ratón.	PA	Dolor de muelas	1	Directa en fresco	Oral	10.00	4
					PA	Cólicos	1	Infusión	Oral	10.00	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	5	Decocción	Oral	50.00	7
					PA	Favorecer el apetito	1	Decocción	Oral	10.00	17
					PA	Padecimientos de la vesícula biliar	1	Decocción	Oral	10.00	17
Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>	1	0.03	Gordolobo de hoja delgada o de tierra caliente.	PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	*Decocción	Tópica	100	2
Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>	2	0.07	Gordolobo macho o de hoja ancha.	PA	Cicatrizante	1	Decocción	Tópica	50.00	2
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Decocción	Tópica	50.00	4
Asteraceae	<i>Grindelia inuloides</i>	2	0.07	Pegajosa. Pegajosa.	PA	Hipertensión	1	Decocción	Oral	50.00	1
					¿?	Padecimientos de la vesícula biliar	1	¿?	Oral	50.00	17
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	16	0.53	Itandidi. Jarilla. Ticandidi.	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	9	Maceración en aceites	Tópica	56.25	4
					PA	Dolor/inflamación de oído	1	¿?	Ótica	6.25	4
					PA	Fracturas	6	Maceración en aceites, aplicación directa en fresco	Tópica	37.50	5
Asteraceae	<i>Heterotheca inuloides</i>	2	0.07	Árnica	PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	*Decocción	Tópica	50.00	2
					¿?	Dolor de muelas	1	¿?	Oral	50.00	4

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	1	0.03	Lechuga	H	Sarampión/varicela/viruela	1	Maceración acuosa	Tópica	100	2
Asteraceae	<i>Pinaropappus roseus</i>	15	0.50	Espulen. Espule.	PA	Sarampión/varicela/viruela	15	Maceración acuosa	Tópica, oral, tópica/oral	100	2
Asteraceae	<i>Porophyllum linaria</i>	3	0.10	Chepiche	PC	Diarrea	1	Decocción	Oral	33.33	7
					PC	Disentería	2	Decocción, *decocción	Oral	66.67	7
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium roseum</i>	9	0.30	Cimonilla. Yuku tuchi.	PA	Hipertensión	1	Decocción	Oral	11.11	1
					PA	Dolor/malestar estomacal	4	Decocción	Oral	44.44	7
					PA	Gastritis	2	Decocción	Oral	22.22	7
					PA	Padecimientos de la vesícula biliar	2	Decocción	Oral	22.22	17
Asteraceae	<i>Tagetes lucida</i>	8	0.27	Pericón	PA	Dolor/malestar estomacal	7	Decocción, infusión	Oral	87.50	7
					PA	Tristeza/depresión	1	Decocción	Oral	12.50	15
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	2	0.07	Cempasúchil	PA	Quemaduras	1	Decocción	Tópica	50.00	2
					Fl	Disentería	1	*Decocción	Oral	50.00	7
Asteraceae	<i>Tanacetum parthenium</i>	3	0.10	Santamaría	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	*Decocción	Oral	33.33	4
					PA	Dolor/malestar estomacal	2	Decocción	Oral	66.67	7
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	7	0.23	Diente de león	PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	Decocción	Tópica	14.29	2
					PA	Diabetes	1	Decocción	Oral	14.29	3
					PA	Diarrea	1	*Decocción	Oral	14.29	7
					PA	Vómito	1	*Decocción	Oral	14.29	7
					PA	Padecimientos de los riñones	3	Decocción	Oral	42.86	16
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>	1	0.03	Gallito	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Molida en fresco	Tópica	100	4
Bignonaceae	<i>Tecoma stans</i>	4	0.13	Tronadora	H	Diabetes	2	Decocción	Oral	50.00	3
					H	Dolor/malestar estomacal	1	Decocción	Oral	25.00	7

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					H	Empacho	1	Decocción	Oral	25.00	7
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	2	0.07	Pasle. Heno.	PC	Quemaduras	2	Molida en seco/decocción	Tópica	100	2
Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i>	22	0.73	Hierba del cáncer o de inflamación o negra.	PA, H	Desinflamatorio/analgésico en golpes	6	Decocción, *decocción, infusión	Oral	27.27	4
					PA	Colitis	1	Decocción	Oral	4.55	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	1	Decocción	Oral	4.55	7
					H	Gastritis	1	Infusión	Oral	4.55	7
					PA	Ayudar a curar el cáncer	10	Decocción, *decocción	Oral	45.45	11
					H	Padecimientos de los riñones	1	*Decocción	Oral	4.55	16
					H	Padecimientos de la próstata	1	*Decocción	Oral	4.55	16
					PA	Tonicificante/revitalizante	1	*Decocción	Oral	4.55	17
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	3	0.10	Nopal	PA	Diabetes	2	Molida en fresco, *molida en fresco	Oral	66.67	3
					PA	Piquete de alacrán	1	Tostado/calentado	Tópica	33.33	12
Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i>	1	0.03	Sauco	¿?	Baños postparto	1	*Decocción	Tópica	100	9
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	10	0.33	Casahuate. Pájaro bobo.	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	3	Decocción, *decocción	Tópica	30.00	4
					¿?	Fracturas	2	¿?	Tópica	20.00	5
					PA	Reumas/dolor de huesos	2	Decocción	Tópica	20.00	5
					C	Somnífero/insomnio	3	Decocción	Oral	30.00	15
Crassulaceae	<i>Echeveria sp.</i>	5	0.17	Siempre viva. Oreja de burro.	H	Granos/fogazos orales	5	Directa en fresco	Oral	100	2
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	1	0.03	Chayote	Fr	Hipertensión	1	*Decocción	Oral	100	1
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	8	0.27	Manzanita de coyote. Pingüica.	Fr	Paño	3	*Decocción, ingesta en fresco	Oral	37.50	2

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					Fr	Padecimientos de los riñones	5	*Decocción, ingesta en fresco	Oral	62.50	16
Euphorbiaceae	<i>Acalypha sp.</i>	4	0.13	Hierba de la disentería	PA	Disentería	4	Decocción	Oral	100	7
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	7	0.23	Solimán	PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	Decocción	Tópica	14.29	2
					PA	Erisipela/disipela	1	Decocción	Tópica	14.29	2
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	5	Decocción, maceración en alcohol, *decocción	Tópica	71.43	4
Euphorbiaceae	<i>Croton neomexicanus</i>	4	0.13	Hierba del zorrillo	PA	Antiespasmótico (veterinario)	2	Ingesta en fresco	Oral	50.00	7
					FV	Irritación/infección ocular	2	Directa en fresco	Oftálmica	50.00	10
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus chayamansa</i>	2	0.07	Chaya	H	Hipertensión	1	*Decocción	Oral	50.00	1
					H	Tos	1	*Decocción	Oral	50.00	13
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i>	2	0.07	Hierba de la araña	FV	Mordedura de viuda negra (<i>Latrodectus sp.</i>)	2	Directa en fresco	Tópica	100	12
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	4	0.13	Higuerilla blanca	H	Dolor de cabeza	2	Maceración en alcohol	Tópica	50.00	4
				Higuerilla colorada	H	Antipirético	2	Maceración en alcohol	Tópica	50.00	6
Euphorbiaceae	<i>Tragia nepetifolia</i>	7	0.23	Chichicastle. Chichicastlillo.	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Maceración en alcohol	Tópica	14.29	4
					PA	Reumas/dolor de huesos	4	Maceración en alcohol	Tópica	57.14	5
					PA	Diarrea	1	Decocción	Oral	14.29	7
					PA	Vómito	1	Decocción	Oral	14.29	7
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i>	1	0.03	Chepile	PA	Disentería	1	¿?	Oral	100	7
Fabaceae	<i>Dalea leporina</i>	11	0.37	Toronjil	PA	Hipertensión	1	Decocción	Oral	9.09	1
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	*Decocción	Oral	9.09	4
					PA	Cólicos estomacales	2	Decocción, *decocción	Oral	18.18	7

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Dolor/malestar estomacal	3	Decocción, infusión, *decocción	Oral	27.27	7
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	3	*Decocción, decocción	Oral	27.27	15
					PA	Padecimientos de los riñones	1	*Decocción	Oral	9.09	16
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	4	0.13	Coatle. Coatlillo. Palo azul.	C	Colesterol elevado	1	Decocción	Oral	25.00	1
					C	Diabetes	1	Decocción	Oral	25.00	3
					C	Gastritis	1	Decocción	Oral	25.00	7
					C	Padecimientos de la próstata	1	Decocción	Oral	25.00	16
Hydrophyllaceae	<i>Wigandia urens</i>	2	0.07	Hoja de San Pablo	H	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Tostado/calentado	Tópica	50.00	4
					H	Tos	1	Decocción	Oral	50.00	13
Geraniaceae	<i>Geranium gentryi</i>	13	0.43	Itamorreal (morado). Alfilerillo.	R	Limpiar la sangre	1	Decocción	Oral	7.69	1
					PA	Cicatrizante	1	Decocción	Tópica	7.69	2
					PA	Desinfectante/lavados en heridas	2	Decocción	Tópica	15.38	2
				Itamorreal blanco. Alfilerillo. Itamorreal (morado).	PA, H, R	Desinflamatorio/analgésico en golpes	5	Decocción, infusión	Oral, tópica	38.46	4
				Itamorreal (morado). Alfilerillo.	PA	Dolor/malestar estomacal	1	Decocción	Tópica	7.69	7
					PA	Para ayudar a curar el cáncer	2	Decocción	Oral	15.38	11
					H, R	Tos	1	Decocción	Oral	7.69	13
Lamiaceae	<i>Clinopodium mexicanum</i>	17	0.57	Hierba del borracho. Ita'nduku. Poleo.	PA	Dolor/malestar estomacal	13	Decocción	Oral	76.47	7
					PA	Favorecer la fertilidad	1	Decocción	Oral	5.88	8
					PA	Baños postparto	2	Decocción, *decocción	Oral	11.76	9
					PA	Frialdad/mal aire	1	Decocción	Oral	5.88	14
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	11	0.37	Marrubio. Manrubio.	PA	Cólicos estomacales	2	Infusión, *decocción	Oral	18.18	7

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Dolor/malestar estomacal	4	Decocción, *infusión	Oral	36.36	7
					PA	Baños postparto	1	*Decocción	Tópica	9.09	9
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	2	Decocción, *decocción	Oral	18.18	15
					PA	Padecimientos de los riñones	1	*Decocción	Oral	9.09	16
					PA	Adelgazar	1	Decocción	Oral	9.09	17
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i>	1	0.03	Hierbabuena	H	Diarrea	1	*Decocción	Oral	100	7
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	4	0.13	Romero.	PA	Desinfectante/lavados en heridas	1	*Decocción	Tópica	25	2
					PA	Baños postparto	1	Decocción	Tópica	25.00	9
					PA	Frialdad/mal aire	2	*Decocción	Tópica	50.00	14
Lamiaceae	<i>Salvia circinata</i>	3	0.10	Bretónica	PA	Diarrea	1	Infusión	Oral	33.33	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	1	Infusión	Oral	33.33	7
					PA	Somnífero/insomnio	1	Infusión	Oral	33.33	15
Lamiaceae	<i>Salvia purpurea</i>	2	0.07	Salvia moradita	H	Dolor de muelas	2	Directa en fresco	Oral	100	4
Lamiaceae	<i>Salvia semiatrata</i>	9	0.30	Mirto morado	PA	Cicatrizante	1	Maceración en aceites	Tópica	11.11	2
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	2	Decocción, *decocción	Oral	22.22	4
					PA	Dolor/inflamación de oído	2	Molida en fresco	Ótica	22.22	4
					PA	Dolor/malestar estomacal	2	Decocción, *decocción	Oral	22.22	7
					PA	Baños postparto	1	Decocción	Tópica	11.11	9
					PA	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	1	*Decocción	Oral	11.11	15
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	4	0.13	Aguacate	S	Desinflamatorio/analgésico en golpes	2	Decocción, *decocción	Oral	50.00	4
					H	Derrames	1	Ingesta en fresco	Oral	25.00	10
					S	Trastornos nerviosos/nervios/tensión	1	*Decocción	Oral	25.00	15

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
Lauraceae	<i>Cinnamomun sp.</i>	1	0.03	Canela	C	Tos	1	*Decocción	Oral	100	13
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	3	0.10	Ajo	B	Diabetes	1	*Molida en fresco	Oral	33.33	3
					B	Diarrea	1	*Decocción	Oral	33.33	7
					B	Tos	1	*Decocción	Oral	33.33	13
Loganiaceae	<i>Buddleja sessiliflora</i>	11	0.37	Hierba del toro	H	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	*Decocción	Tópica	9.09	4
					H	Antipirético	10	Decocción, maceración en alcohol	Oral/tópica, tópica	90.91	6
Loganiaceae	<i>Buddleja sp.</i>	9	0.3	Lengua de vaca	H	Antipirético	5	Decocción, maceración en alcohol	Tópica	55.56	4
					H	Diarrea	1	*Decocción	Oral	11.11	7
					H	Empacho	3	Decocción	Oral	33.33	7
Malvaceae	<i>Hibiscus sp.</i>	1	0.03	Manuncillo	Fl	Disentería	1	Decocción	Oral	100	7
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	7	0.23	Malva	PA	Reumas/dolor de huesos	1	Infusión	Oral	14.29	5
					PA	Antipirético	4	Decocción	Oral, tópica	57.14	6
					PA	Baños postparto	1	Decocción	Tópica	14.29	9
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	10	0.33	Vergonzosa	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	*Decocción	Tópica	10.00	4
					PA	Aumentar la producción de leche	2	Decocción	Oral	20.00	9
					PA	Baños postparto	7	Decocción, *decocción	Tópica	70.00	9
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	6	0.20	Buganvilia	Fl	Tos	6	Decocción, *decocción	Oral	100	13
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i>	7	0.23	Hierba del golpe	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	6	Decocción, mólida en fresco	Tópica, oral	85.71	4
					PA	Baños durante el embarazo	1	Decocción	Tópica	14.29	9
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	1	0.03	Hierba de disipela	PA	Erisipela/disipela	1	Decocción	Tópica	100	2
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	2	0.07	Socoyul	H	Disentería	2	*Decocción	Oral	100	7
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	6	0.20	Chicalote	PA	Diabetes	1	Decocción	Oral	16.67	3

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Maceración en alcohol	Tópica	16.67	4
					PA	Dolor de cabeza	1	Directa en fresco	Tópica	16.67	4
					¿?	Irritación/infección ocular	2	¿?	Oftálmica	33.33	10
					PA	Mal de ojo	1	Directa en fresco	Tópica	16.67	14
Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i>	1	0.03	Ajonjolí	S	Aumentar la producción de leche	1	¿?	Oral	100	9
Poaceae	<i>Phalaris canariensis</i>	2	0.07	Alpiste	S	Hipertensión	2	*Decocción, mólida en fresco	Oral	100	1
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	3	0.10	Níspero	H	Hipertensión	3	*Decocción	Oral	100	1
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	4	0.13	Quina	C	Hipertensión	2	Maceración acuosa	Oral	50.00	1
					C	Diabetes	1	Maceración acuosa	Oral	25.00	3
					C	Padecimientos de la vesícula biliar	1	Maceración acuosa	Oral	25.00	17
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	4	0.13	Zapote blanco	H	Hipertensión	2	Decocción	Oral	50.00	1
					H	Diabetes	1	Decocción	Oral	25.00	3
					H	Somnífero/insomnio	1	Decocción	Oral	25.00	15
Rutaceae	<i>Citrus x limonum</i>	2	0.07	Limón	O	Tos	1	*Decocción	Oral	50.00	13
					H	Alejar tristezas	1	*Decocción	Oral	50.00	14
Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i>	4	0.13	Naranja	O	Diarrea	1	*Decocción	Oral	25.00	7
					H	Alejar tristezas	1	*Decocción	¿?	25.00	14
					O, H	Frialdad/mal aire	2	*Decocción	Tópica	50.00	14
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	8	0.27	Ruda	PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	*Decocción	Oral	12.50	4
					Fl, PA	Dolor de cabeza	3	Infusión, maceración en alcohol	Oral, tópica	37.50	4
					PA	Dolor/malestar estomacal	1	Infusión	Oral	12.50	7
					PA	Frialdad/mal aire	1	*Decocción	Tópica	12.50	14

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Tristeza/depresión	2	Directa en fresco, *decocción	Tópica	25.00	15
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	2	0.07	Cachovenado	H	Fracturas	1	Tostado/calentado	Tópica	50.00	5
					PA	Frialdad/mal aire	1	*Decocción	Tópica	50.00	14
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i>	3	0.10	Tabaco	H	Desinflamatorio/analgésico en golpes	2	Tostado/calentado	Tópica	66.67	4
					H	Antipirético	1	Maceración en alcohol	Tópica	33.33	6
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	8	0.27	Sabino. Ahuehuete	C	Hipertensión	1	*Decocción	Oral	12.50	1
					H, C	Baños postparto	4	*Decocción, maceración acuosa	Tópica	50.00	9
					PA	Frialdad/mal aire	1	*Decocción	Tópica	12.50	14
					C	Amacizar dentadura	2	Maceración acuosa	Oral	25.00	17
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	10	0.33	Orégano. Oreganillo	PA	Diabetes	1	Decocción	Oral	10.00	3
					H, PA	Diarrea	3	*Decocción, infusión	Oral	30.00	7
					H, PA	Dolor/malestar estomacal	4	Infusión, decocción	Oral	40.00	7
					H	Vómito	1	*Decocción	Oral	10.00	7
					PA	Tos	1	Infusión	Oral	10.00	13
Verbenaceae	<i>Lippia oaxacana</i>	10	0.33	Salvarreal		Cólicos	1	Decocción	Oral	10.00	7
					PA	Dolor/malestar estomacal	8	Decocción	Oral	80.00	7
					PA	Padecimientos de la vesícula biliar	1	Decocción	Oral	10.00	17
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe sp.</i>	4	0.13	Sábila	FV, PA	Diabetes	2	*Mólida en fresco	Oral	50.00	3
					PA	Desinflamatorio/analgésico en golpes	1	Mólida en fresco	Oral	25.00	4
					PA	Gastritis	1	Mólida en fresco	Oral	25.00	7
Equisetaceae	<i>Equisetum sp.</i>	9	0.30	Cola de caballo	PA	Paño	2	*Decocción	Oral	22.22	2

Familia	Taxón	Um	UV	Nombre(s) común(es)	Parte veg.	Uso	Men.	Preparación	Aplicación	FL	Cat.
					PA	Padecimientos de los riñones	6	Decocción, *decocción	Oral	66.67	16
					PA	Alergias	1	Decocción	Oral/tópica	11.11	17
Cupressaceae	<i>Juniperus sp.</i>	3	0.10	Enebro. Nebro	PA	Hipertensión	1	*Decocción	Oral	33.33	1
					PA	Baños postparto	1	*Decocción	Tópica	33.33	9
					PA	Frialdad/mal aire	1	*Decocción	Tópica	33.33	14
Selaginellaceae	<i>Selaginella sp.</i>	10	0.33	Doradilla. Flor de congoja, de piedra, de monte, de cerro. Siempre viva. Tindotoxi.	PA	Paño	2	*Decocción	Oral	20.00	2
					PA	Diabetes	1	Decocción	Oral	10.00	3
					PA	Padecimientos de los riñones	6	Decocción, *decocción, maceración acuosa	Oral	60.00	16
					PA	Padecimientos de la próstata	1	Decocción	Oral	10.00	16

Abreviaturas del cuadro 5: Encabezado: Um= Menciones de uso, UV=Valor de uso, Parte veg.=Parte vegetal, Men.=Menciones, FL=Índice de fidelidad, Cat.=Categoría. Contenido del cuadro: Parte vegetal: B=Bulbo, C=Corteza, Fl=Flor o inflorescencia, Fr=Fruto, FV=Fluido vegetal (savia, resina, jugo), H=Hoja, O=Otra, PA=Parte aérea, PC=Planta completa, R=Raíz, S=Semilla(s).

Simbología del contenido del cuadro 5: Preparación: * La planta se prepara en combinación con otras plantas. ¿?=No se registró el dato o el informante no lo recordó.

Los nombre comunes escritos en itálica son palabras en lengua mixteca.

7.1.5. Análisis de los principales usos y plantas medicinales

Las plantas con un amplio uso medicinal entre la comunidad se muestran en el cuadro 6. Lo anterior se determinó de acuerdo al valor de uso (UV) calculado, el cual no considera la aplicación de dichas plantas para un uso específico, sino que muestra la extensión o la amplia aceptación de tal planta para aplicaciones medicinales dentro de la comunidad de manera indistinta. En el cuadro 6 se muestran los valores más altos, equivalentes al 10% del total de plantas y se contrastan con la cantidad de menciones de uso (Um) totales.

Cuadro 6. Plantas con mayor valor de uso (UV) y menciones de uso (Um).

Planta	UV	Um
<i>Tournefortia volubilis</i>	0.73	22
<i>Foeniculum vulgare</i>	0.7	21
<i>Clinopodium mexicanum</i>	0.57	17
<i>Justicia spicigera</i>	0.53	16
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.53	16
<i>Pinaropappus roseus</i>	0.5	15
<i>Iresine celosia</i>	0.43	13
<i>Geranium gentryi</i>	0.43	13

La planta con el mayor valor de uso es *Tournefortia volubilis* (figura 23), también conocida como hierba del cáncer, hierba negra o hierba de inflamación. Es utilizada en ocho usos específicos diferentes, que a su vez se clasifican en cinco categorías mayores de padecimientos (ver cuadro 5). Cabe destacar la preparación en decocción de la parte aérea de la planta, se ingiere de manera oral para ayudar a curar el cáncer, siendo tal indicación contenedora de 10 menciones, es decir, el 45% de las menciones totales para esta planta.

La segunda planta con mayor valor de uso es *Foeniculum vulgare*. A dicha planta se le conoce como hinojo, anisillo, eneldo o neldo. Dicha especie es utilizada en ocho usos específicos, que se clasifican en seis categorías mayores de padecimiento. El mayor uso que se le da presenta cinco menciones y es para aliviar cólicos, preparándola en decocción o infusión e ingerida de forma oral (ver cuadro 5).

En tercer lugar de las plantas con mayor valor de uso se encuentra la especie *Clinopodium mexicanum* (Fig. 24), comúnmente conocida como hierba del borracho y en un registro se nos indicó también con el nombre de poleo. Adicionalmente, esta planta conserva su nombre en mixteco, el

cual es conocido por la mayoría de los informantes que la mencionaron, el nombre mixteco es *itanduku* o probablemente *ita'nduku*. Sin embargo, no se sabe el significado del nombre en mixteco. Se indicó para utilizarse en cuatro usos específicos, que se agrupan en la misma cantidad de categorías mayores de padecimiento. El uso mayoritario de dicha especie es para aliviar el dolor o malestar estomacal, preparando una decocción de la parte aérea de la planta, que se ingiere de manera oral (ver cuadro 5). El uso de esta planta para aliviar dolor o malestar estomacal registró 13 menciones, que representan el 76.47% del total de usos reportados para esta hierba. El *itanduku*, además de ser una planta destacada en el análisis etnobotánico, tiene gran fama dentro de la localidad de Santiago Huaucilla pues la decocción preparada de la hierba tiene un sabor muy agradable y por tanto se ingiere comúnmente como aperitivo o digestivo tras la comida. También es muy famosa porque, como su nombre lo indica, se utiliza para aliviar los síntomas de malestar estomacal que alguien puede presentar después de haber estado ebrio.

De las plantas con mayor cantidad de Menciones de uso (cuadro 6), seis presentan usos específicos incluidos en alguna categoría mayor de padecimientos gastrointestinales, lo cual incluye a las primeras tres plantas con mayor cantidad de menciones. Lo anterior concuerda con el hecho de que los usos de medicina tradicional mexicana más comunes son los incluidos en la categoría gastrointestinal.

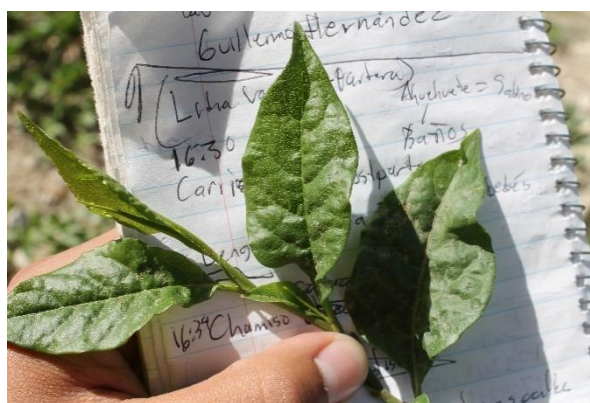


Figura 17. Hierba de cáncer, hierba de inflamación o hierba negra (*Tournefortia volubilis*). Fotografía tomada el 9 de agosto del 2013.

Al analizar los elementos que integran el cálculo del valor de uso (UV) y además comparar los resultados obtenidos con en otros estudios como el de Islam *et al.* (2014), se puede inferir que los resultados numéricos obtenidos para este criterio etnobotánico en particular, son propios para cada estudio de la región específica, es decir, el rango numérico que puede abarcar su resultado es determinado por la cantidad de informantes y los usos reportados para cada planta en una comunidad específica.

Los valores altos en el valor de uso pueden atribuirse a que las plantas con tales valores cuentan con una amplia distribución a lo largo del área de estudio y por tanto se convierten en una primera opción de uso. Sin embargo puede ocurrir que las plantas con alto valor de uso también sean usadas en una amplia gama de padecimientos (Islam *et al.*, 2014), dificultando así en algunos casos el poder apuntar hacia su probable estudio en áreas fitoquímicas o farmacológicas.

Un valor de uso alto, es una expresión de la importancia cultural de dicha planta, además de la versatilidad de los usos que se le pueden dar dentro de una comunidad (Ayyanar e Ignacimuthu, 2011; Islam *et al.*, 2014).

7.1.5.1. Nivel de fidelidad y correlaciones con las menciones de uso

El nivel de fidelidad (FL) (consultar cuadro 7) permite mostrar las plantas con uso más afín para una enfermedad específica y destacarlas en comparación con las demás que se incluyen dentro de su categoría mayor. Para resaltar las plantas más importantes en cada categoría se muestra en el cuadro 7 los ejemplares con mayor nivel de fidelidad para las categorías con un factor consenso del informante (F_{ic}) superior a 0.5 (Cuadro 4). No se tomó en cuenta a las plantas que solamente tuvieron una mención total, esto de acuerdo al método de Andrade-Cetto (2009).

Cuadro 7. Plantas con alto nivel de fidelidad por categoría de padecimiento mayor. Se incluyen las plantas con el mayor FL y las dos siguientes que cumplan la condición de tener una fidelidad igual o superior a 50.

Categoría	Planta	FL	Uso específico
Cáncer	<i>Tournefortia volubilis</i>	45.45	Para ayudar a curar el cáncer
Esqueleto-muscular	<i>Tragia nepetifolia</i>	57.14	Reumas/dolor de huesos
Fiebre (incluido el paludismo)	<i>Buddleja sessiliflora</i>	90.91	Antipirético
	<i>Sida acuta</i>	57.14	Antipirético
Urológico	<i>Equisetum sp.</i>	66.67	Padecimientos de los riñones
	<i>Arctostaphylos pungens</i>	62.5	Padecimientos de los riñones
	<i>Selaginella sp.</i>	60	Padecimientos de los riñones
Gastrointestinal	<i>Acalypha sp.</i>	100	Disentería
	<i>Oxalis latifolia</i>	100	Disentería
	<i>Tagetes lucida</i>	87.5	Dolor/malestar estomacal
Dolor/inflamación	<i>Salvia purpurea</i>	100	Dolor de muelas
	<i>Gaura coccinea</i>	85.71	Desinflamatorio/analgésico en golpes
	<i>Agave cupreata</i>	80	Desinflamatorio/analgésico en golpes
Dermatológico	<i>Pinaropappus roseus</i>	100	Sarampión/varicela/viruela
	<i>Echeveria sp.</i>	100	Granos/fogazos orales
	<i>Tillandsia sp.</i>	100	Quemaduras
Sistema nervioso central	<i>Justicia spicigera</i>	31.25	Trastornos nerviosos/nervios/tensión
Lactancia/maternidad	<i>Mimosa sp.</i>	70	Baños postparto
	<i>Taxodium mucronatum</i>	50	Baños postparto

Se observó que las plantas con el mayor nivel de fidelidad no son las que cuentan con mayor cantidad de menciones de uso (Um). En general, las plantas con un nivel de fidelidad equivalente a 100 tienen sólo una o dos menciones, lo que contrasta con las que presentan una cantidad de menciones altas y que presentan niveles de fidelidad más bajos. Para poder destacar los usos y las plantas correspondientes con un nivel de fidelidad alto, se correlacionó el parámetro mencionado y las menciones de uso para un padecimiento específico, de tal forma que se obtuvo el cuadro 8. Dicha metodología fue de acuerdo con lo propuesto por Andrade (2014).

La mayor cantidad de menciones para un uso específico con una planta en particular fue para sarampión/varicela/viruela utilizando *Pinaropappus roseus*, con 15 registros, seguido del uso

dolor/malestar estomacal utilizando *Clinopodium mexicanum* con 13 registros, antipirético utilizando *Buddleja sessiliflora* y para ayudar a curar el cáncer con *Tournefortia volubilis*, ambos usos con 10 registros (cuadro 8)

Cuadro 8: Usos específicos con mayor cantidad de menciones para una planta específica en comparación con su nivel de fidelidad (FL).

Menciones	Uso específico	Planta	FL
15	Sarampión/varicela/viruela	<i>Pinaropappus roseus</i>	100
13	Dolor/malestar estomacal	<i>Clinopodium mexicanum</i>	76.47
10	Antipirético	<i>Buddleja sessiliflora</i>	90.91
10	Ayudar a curar el cáncer	<i>Tournefortia volubilis</i>	45.45
9	Desinflamatorio/analgésico en golpes	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	56.25
8	Desinflamatorio/analgésico en golpes	<i>Agave cupreata</i>	80
8	Dolor/malestar estomacal	<i>Lippia oaxacana</i>	80
7	Dolor/malestar estomacal	<i>Tagetes lucida</i>	87.5
7	Baños postparto	<i>Mimosa sp.</i>	70

Un total de 24 plantas en un uso específico mostraron el nivel de fidelidad más alto probable (FL=100), sin embargo sólo 10 tuvieron un registro mayor a una mención de uso para la categoría menor en particular. El nivel de fidelidad más alto en relación con las menciones registradas fue sarampión/varicela/viruela utilizando *Pinaropappus roseus* con 15 menciones, seguido de tos utilizando *Bougainvillea spectabilis* con seis menciones y granos/fogazos orales utilizando *Echeveria sp.* con cinco menciones (cuadro 9).

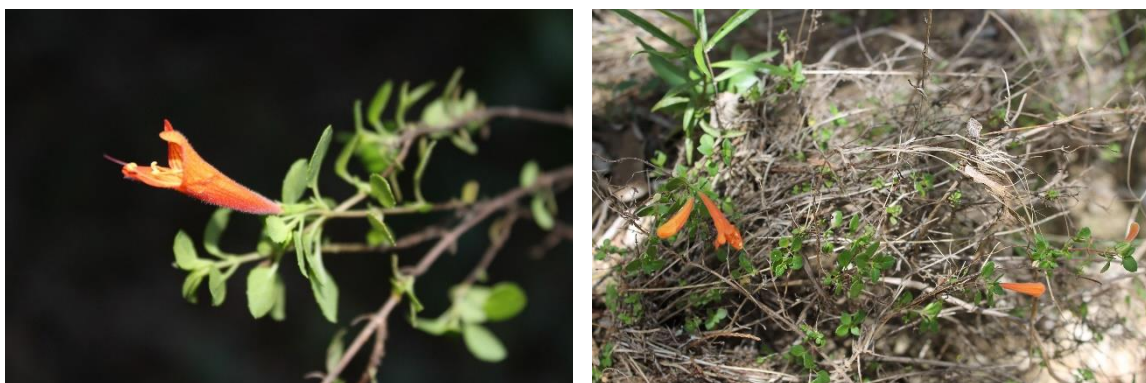


Figura 18. Hierba de borracho o itanduku (*Clinopodium mexicanum*). Fotografías tomadas el 9 de agosto del 2013.



Figura 19. Salvarreal (*Lippia oaxacana*).
Fotografía tomada el 16 de septiembre del 2013.

Cuadro 9. Niveles de fidelidad (FL) más altos y su uso específico.

FL	Planta	Uso	Menciones
100	<i>Pinaropappus roseus</i>	Sarampión/varicela/viruela	15
100	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Tos	6
100	<i>Echeveria sp.</i>	Granos/fogazos orales	5
100	<i>Acalypha sp.</i>	Disentería	4
100	<i>Eriobotrya japonica</i>	Hipertensión	3
100	<i>Tillandsia sp.</i>	Quemaduras	2
100	<i>Euphorbia prostrata</i>	Mordedura de viuda negra (<i>Latrodectus sp.</i>)	2
100	<i>Salvia purpurea</i>	Dolor de muelas	2
100	<i>Oxalis latifolia</i>	Disentería	2
100	<i>Phalaris canariensis</i>	Hipertensión	2

7.1.6. Análisis de los resultados cuantitativos

En este estudio se utilizaron cuatro criterios para analizar las plantas con mayor importancia medicinal en la comunidad de Santiago Huaucuililla, Oaxaca. Se muestran las plantas con el mayor nivel de fidelidad para cada categoría mayor de padecimiento (cuadro 7), las plantas con el más alto valor de uso y menciones de uso para cualquier categoría (cuadro 6), y las plantas con el más alto nivel de fidelidad del total de la muestra (cuadro 9). Dichos criterios de análisis nos permiten cruzar la información que aportan y así apuntar a las plantas que se incluyen como sobresalientes en más de un criterio de análisis, lo que nos permite señalar lo siguiente:

- *Pinaroppapus roseus* como agente dermatológico para combatir los síntomas ocasionados por sarampión, varicela o viruela y *Tournefortia volubilis* como auxiliar en el tratamiento contra el cáncer, son los principales usos y plantas que esta tesis puede señalar como buenos candidatos para generar estudios posteriores al respecto, especialmente en los campos de la fitoquímica y farmacología. De manera especial también se puede mencionar que *Tournefortia volubilis* tiene importantes resultados etnobotánicos en su uso como desinflamatorio/analgésico en golpes, aunque no se encuentre resaltado su uso en los cuadros de análisis.
- *Pinaroppapus roseus* fue la planta con los mejores indicadores etnobotánicos, los cuales resaltan su importancia cultural, la confianza en su utilización como agente dermatológico y su potencial para usarse como modelo de estudio. Además, el uso registrado para esta planta, coincide con el estudio de Hernández (2013) en la región de la mixteca alta (Fig. 26).



Figura 20. Espulen (*Pinaroppapus roseus*). Fotografías tomadas el 10 de agosto del 2013.

- De acuerdo con los resultados del análisis, en general, las plantas contenidas en los cuadros 6, 7 y 8 pueden ser buenas candidatas para estudiarse fitoquímica y farmacológicamente. A partir de los cuadros mencionados, cabe resaltar las siguientes especies: *Clinopodium mexicanum* utilizada para aliviar el dolor o malestar estomacal, *Justicia spicigera* en padecimientos relacionados con trastornos nerviosos, *Gymnosperma glutinosum* utilizada como desinflamatorio o analgésico tópico y *Buddleja sessiliflora* utilizada como antipirético.

Adicionalmente se puede señalar que hay tres plantas en particular con alta relevancia cultural que no fue medida por medio de los índices. Dichas plantas son la hierba de borracho o itanduku (*Clinopodium mexicanum*) (Fig. 24), la salvarreal (*Lippia oaxacana*) (Fig. 25) y el pericón (*Tagetes lucida*) (Fig. 27), e incluso en un grado ligeramente menor el manrrubio (*Marrubium vulgare*) (Fig. 28). Las plantas mencionadas son utilizadas de manera común como aperitivos, servidas como bebida corriente en las comidas a lo largo del día y preparadas para servirse en fiestas, por lo tanto constituyen un parte importante de la alimentación y de los elementos culturales no específicamente médicos de la flora útil de Santiago Huaucilla.



Figura 21. Pericón (*Tagetes lucida*). Fotografías tomadas el 9 de agosto del 2013.



Figura 22. Marrubio o manrubio (*Marrubium vulgare*). Fotografía tomada el 10 de agosto del 2013.

7.2. Análisis fitoquímico

7.2.1. Rendimiento de los extractos

Se calculó el rendimiento a los extractos hexánico, de acetato de etilo y metanólico de las hojas de *Zinnia peruviana*, con respecto al peso seco de las hojas. Los datos se encuentran en el cuadro 7. Se observa que el extracto metanólico fue el que tuvo mayor rendimiento.

Cuadro 10. Rendimiento de los extractos obtenidos de hojas de *Zinnia peruviana*.

Hoja (peso seco)	E x t r a c t o					
	Hexano		Acetato de etilo		Metanol	
	Peso	%	Peso	%	Peso	%
<i>Zinnia peruviana</i> (317.7 g)	5.4 g	1.7	16.9 g	5.3	27.5 g	8.65

Del extracto acuoso se obtuvieron 12.977 g de polvo seco.

7.2.2. Identificación de metabolitos secundarios de *Z. peruviana* por CCF

En la literatura acerca de la composición química de las especies del género *Zinnia*, se menciona que se han aislado e identificado principalmente terpenos (lactonas sesquiterpénicas) (Kisiel, 1978; Bohlmann *et al.*, 1979; Herz and Govindan, 1981; Maldonado *et al.*, 1985), por lo cual en esta investigación, se hizo un análisis por CCF para detectar la composición de terpenoides (Fig. 29).

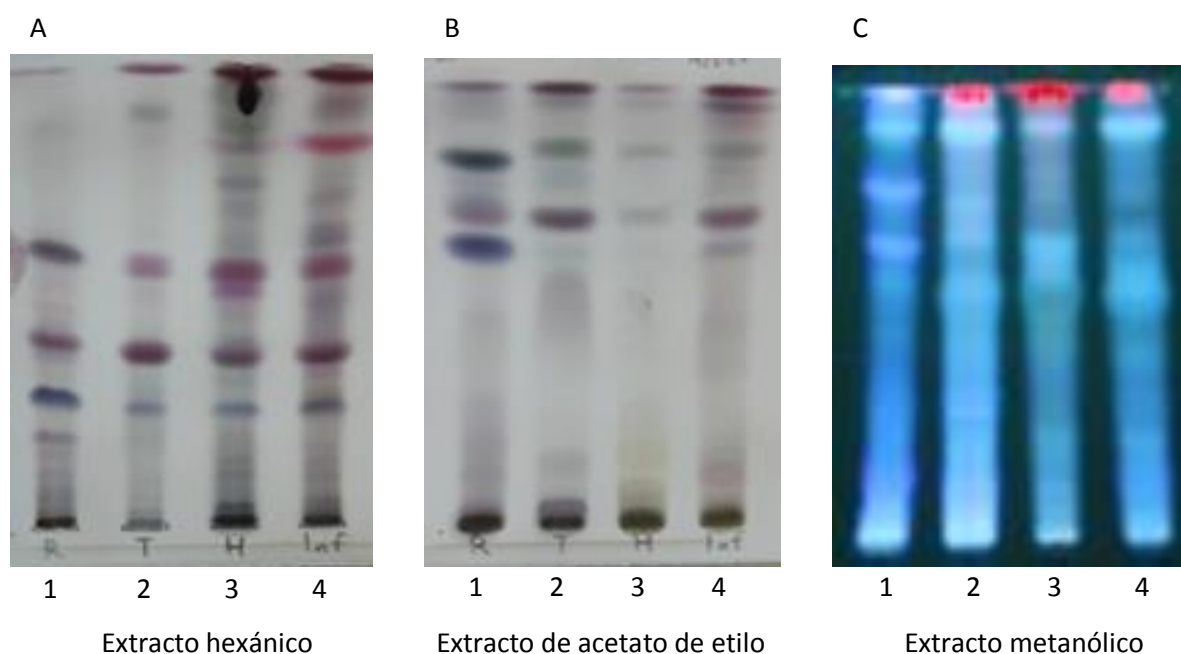


Figura 23. Identificación de terpenos de los extractos hexánicos (A) y de acetato de etilo (B) y flavonoides en el extracto metanólico (C) de raíz, tallo, hoja e inflorescencias de *Z. peruviana*: (1) raíz, (2) tallo, (3) hoja y (4) flores. Extractos hexánico y acetato de etilo reveladas con anisaldehído y el extracto metanólico con el reactivo de productos naturales. La fase estacionaria fue sílica gel y la fase móvil para terpenos: hexano-acetato de etilo 85:15 y hexano-acetato de etilo 65:35 y para flavonoides: acetato de etilo-ácido fórmico-ácido acético glacial-acetona-agua 50:7:3:30:10. Placa A, B y C vistas en luz visible y la placa C observada en UV longitud de onda de 365 nm.

El perfil cromatográfico de cada uno de los órganos de *Zinnia peruviana* permite observar que solamente en los extractos hexánico y de acetato de etilo se detectaron compuestos de tipo terpenoide. También dicho perfil químico muestra diferencias en cuanto al número de compuestos en cada uno de los órganos. En el extracto hexánico de hojas y flores se detectan un mayor número de terpenos. Con respecto al extracto de acetato de etilo se observan compuestos de mayor

polaridad en la hoja con respecto a los otros tres órganos. En el extracto metanólico el revelador de productos naturales permitió la detección de cumarinas (fluorescencia azul) de acuerdo a lo reportado por Wagner y Bladt (1996) (Fig. 29).

7.2.3. Fraccionamiento cromatográfico del extracto de acetato de etilo de hojas de *Z. peruviana*

Del fraccionamiento cromatográfico del extracto de acetato de etilo (F1) se obtuvieron cuatro fracciones: hexánica (F2), clorofórmica (F3), de acetato de etilo (F4) y metanólica (F5). La fracción clorofórmica fue la que tuvo un mayor rendimiento con el 41.4% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Rendimiento de las fracciones del extracto de acetato de etilo de hojas de *Zinnia peruviana*.

Extracto de acetato de etilo (F1)	FRACCIONES							
	Hexánica (F2)		Clorofórmica (F3)		Acetato de etilo (F4)		Metanólica (F5)	
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%
(16.9 g)	1.6	9.5	7.0	41.4	2.3	13.6	3.6	21.30

El perfil cromatográfico mostró que la fracción hexánica presenta un mayor número de terpenos de baja polaridad; la clorofórmica de compuestos de mediana polaridad, muy similar al perfil del extracto de acetato de etilo crudo. Asimismo la fracción de acetato de etilo es en la que se observan un menor número de compuestos. Finalmente la fracción metanólica es muy similar al extracto de acetato en los compuestos de mediana polaridad (Fig. 30).

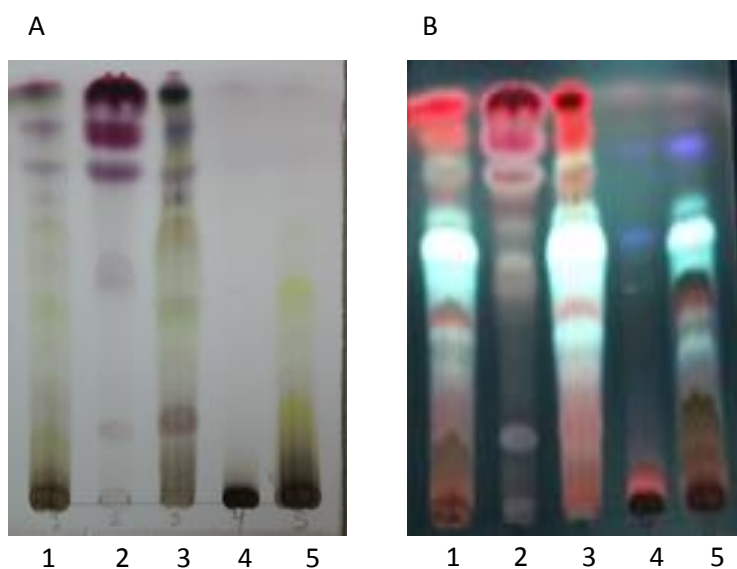


Figura 24. Detección de terpenos en las fracciones y en el extracto de acetato de etilo de hojas de *Z. peruviana*: (1) extracto de acetato de etilo, (2) fracción hexánica, (3) fracción clorofórmica, (4) fracción de acetato de etilo y (5) fracción metanólica, reveladas con anisaldehído. La fase estacionaria fue sílica gel y la fase móvil benceno-acetato de etilo 1:1. Placa A vista en luz visible y la B se muestra observada en luz UV a una longitud de onda de 365 nm

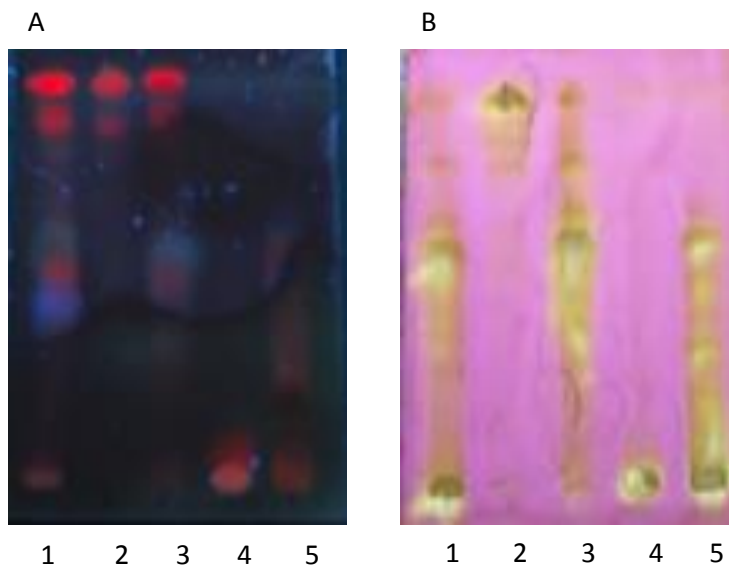


Figura 25. Detección de lactonas sesquiterpénicas de las fracciones y extracto de acetato de etilo de hojas de *Z. peruviana*: (1) extracto de acetato de etilo, (2) fracción hexánica, (3) fracción clorofórmica, (4) fracción de acetato de etilo y (5) fracción metanólica, reveladas con hidroxamato férrico (placa A) y permanganato de potasio (placa B). La fase estacionaria fue sílica gel y la fase móvil benceno-acetato de etilo 1:1. Placa A observada en UV longitud de onda de 365 nm y placa B vista en luz visible.

7.2.4. Identificación de lactonas sesquiterpénicas en las fracciones del extracto de acetato de etilo de hojas de *Z. peruviana*

Los resultados obtenidos por CCF muestran la presencia de lactonas sesquiterpénicas en las fracciones del extracto de acetato de etilo, tanto en el extracto crudo (F1) como en las fracciones F2, F3 y F5. La presencia de lactonas sesquiterpénicas se muestra en coloración naranja-roja (Fig. 31 A) y café (Fig. 31 B). También dicho perfil químico muestra diferencias en la composición de lactonas en cada una de las fracciones, observándose un mayor número en la fracción cloroformica (F3) y menor número en la fracción de acetato de etilo (F4) (Fig. 31).

En la literatura se menciona de manera general que los metabolitos secundarios son utilizados por las plantas para defenderse de los depredadores, produciendo compuestos que pueden ser tóxicos, los cuales le confieren protección contra plagas y enfermedades. Las lactonas sesquiterpénicas son constituyentes característicos de plantas de la familia Asteraceae. Estos compuestos poseen la característica de ser amargos y se encuentran en todas las partes de la planta, en concentraciones mayores en las hojas. Estas lactonas poseen una gran variedad de actividades biológicas como: citotóxica, analgésica, antiinflamatoria, antimicrobiana, aleloquímica, entre otras (Castro *et al.*, 2000; Gautam y Jachak *et al.*, 2009; Chib *et al.*, 2013).

7.3. Farmacología

7.3.1. Efecto antinociceptivo de los extractos de hoja de *Z. peruviana*

7.3.1.1. Evaluación del extracto hexánico sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones

La administración intraperitoneal de ácido acético en ratones produce una serie de constricciones abdominales que son evidentes al presentar estiramientos del abdomen y de las extremidades posteriores. En la evaluación farmacológica se observa que el extracto hexánico de *Zinnia peruviana* produce efecto antinociceptivo dosis dependiente, que es estadísticamente significativo a partir de la dosis de 30 mg/kg. Las dosis de 30 y 100 mg/kg mostraron efectividad significativa con respecto al control negativo (disolución salina) y presentan un máximo de estiramientos a los 5 y 20 min respectivamente. Sin embargo la variación en cuanto a la cantidad de estiramientos totales fue prácticamente nula durante el tiempo que duró la prueba (Fig. 32).

Cabe señalar que el registro de conductas de nocicepción disminuyó casi en un 50% al pasar de la dosis de 30 a la de 100 mg/kg. Lo mismo sucede al comparar los resultados de la dosis de 10 y 30 mg/kg, sin embargo la de 10 no es significativa de acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de Dunnett que se realizó.

7.3.1.2. Evaluación del extracto de acetato de etilo sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones

En la curva dosis respuesta del extracto de acetato de etilo se observa que en todas las dosis evaluadas (1, 10, 30 y 100 mg/kg) hay una reducción estadísticamente significativa en el número de estiramientos producidos por el ácido acético en los animales de experimentación. Los resultados son variables solamente respecto a la dosis de 1 mg/kg, cuya efectividad es menor a las dosis de 10, 30 y 100 mg/kg, es decir, se presenta un “efecto techo” en el que la respuesta de efectividad no es significativamente variable y permanece relativamente constante sin importar el aumento de la dosis (Fig. 33).

7.3.1.3. Evaluación de los extractos metanólico y acuoso sobre los estiramientos inducidos con ácido acético en ratones

La evaluación realizada en los modelos biológicos con el extracto metanólico resultaron no ser estadísticamente significativos con respecto al control negativo (disolución salina). Los estiramientos registrados disminuyeron con respecto al control, pero no de manera significativa. Adicionalmente se registró la presencia de somnolencia o sopor en los ratones y el erizamiento del pelo del dorso. Los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 34.

La administración del extracto acuoso se realizó por vía esofágica y las dosis utilizadas fueron mayores debido al metabolismo que procede tras su administración. Los resultados mostraron una reducción dosis dependiente en la cantidad de estiramientos. Sin embargo ninguna dosis fue estadísticamente significativa, a pesar de que se hizo prueba con una muy elevada (1000 mg/kg). Al igual que con el extracto metanólico, algunos ratones mostraron conductas de sopor tras la administración del extracto, e incluso tuvieron estiramientos abdominales anteriores a la administración del ácido acético (Fig. 35).

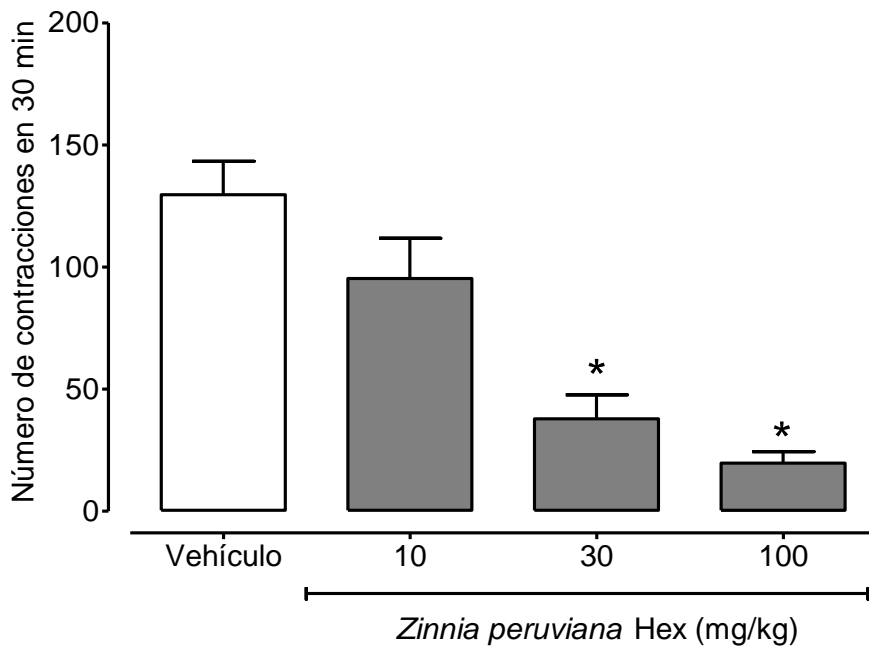
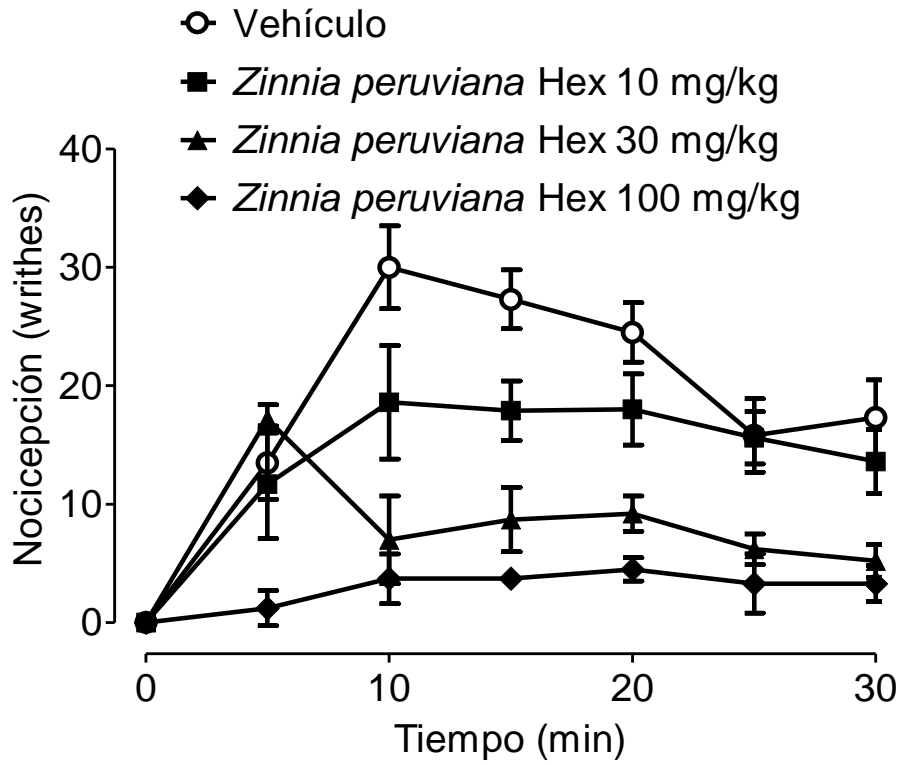


Figura 26. Efecto antinociceptivo del extracto hexánico de hojas de *Zinnia peruviana* en el modelo de Wrigthing. Las líneas y barras representan la media \pm el error estándar de la media de seis animales. * $p < 0.05$, ANADEVa seguida de la prueba de Dunnett.

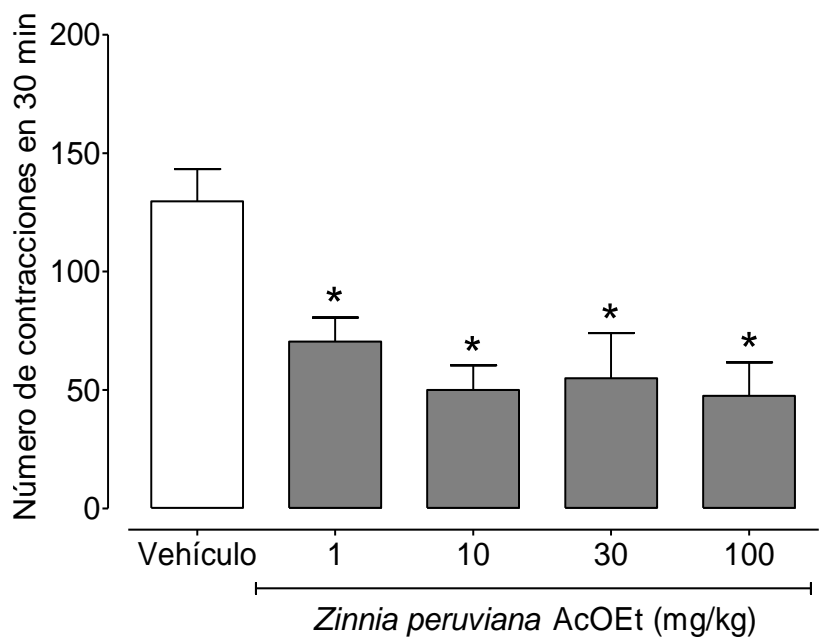
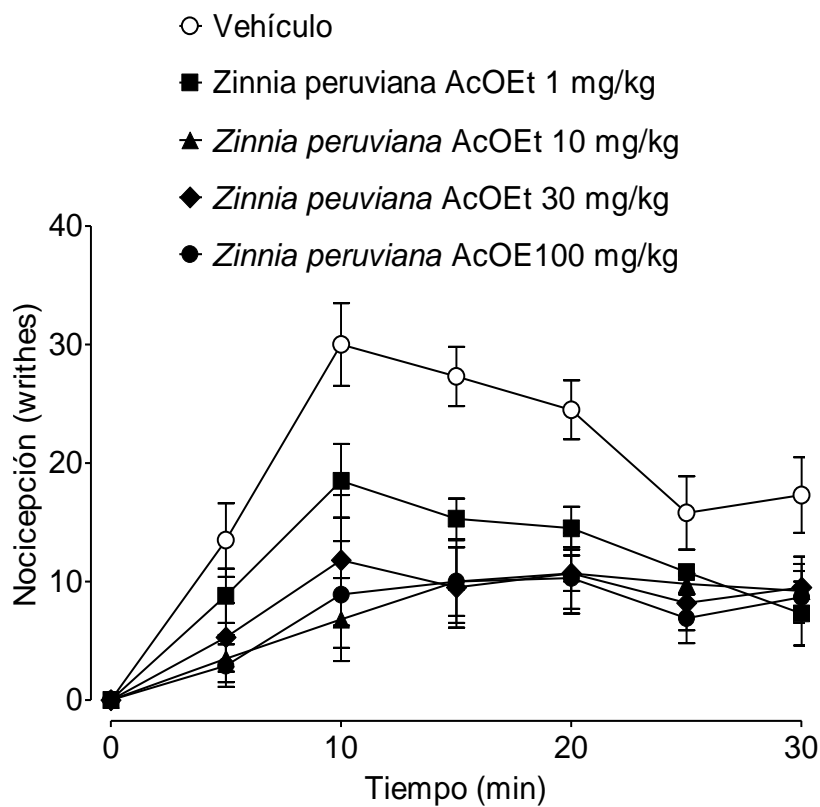


Figura 27. Efecto antinociceptivo del extracto de acetato de etilo de hojas de *Zinnia peruviana* en el modelo de Wrigthing. Las líneas y barras representan la media \pm el error estándar de la media de seis animales. * $p < 0.05$, ANADEVa seguida de la prueba de Dunnett.

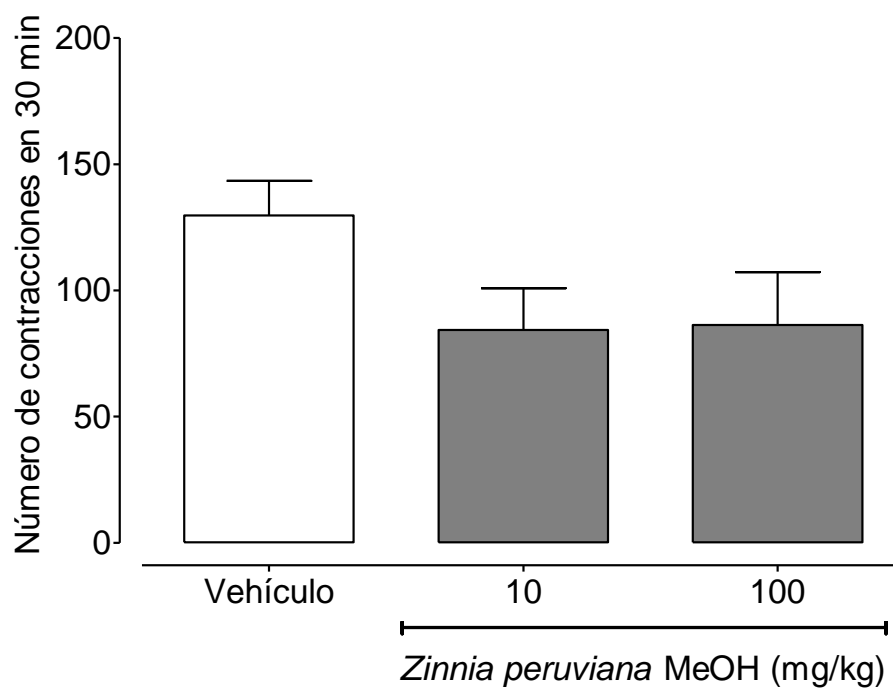
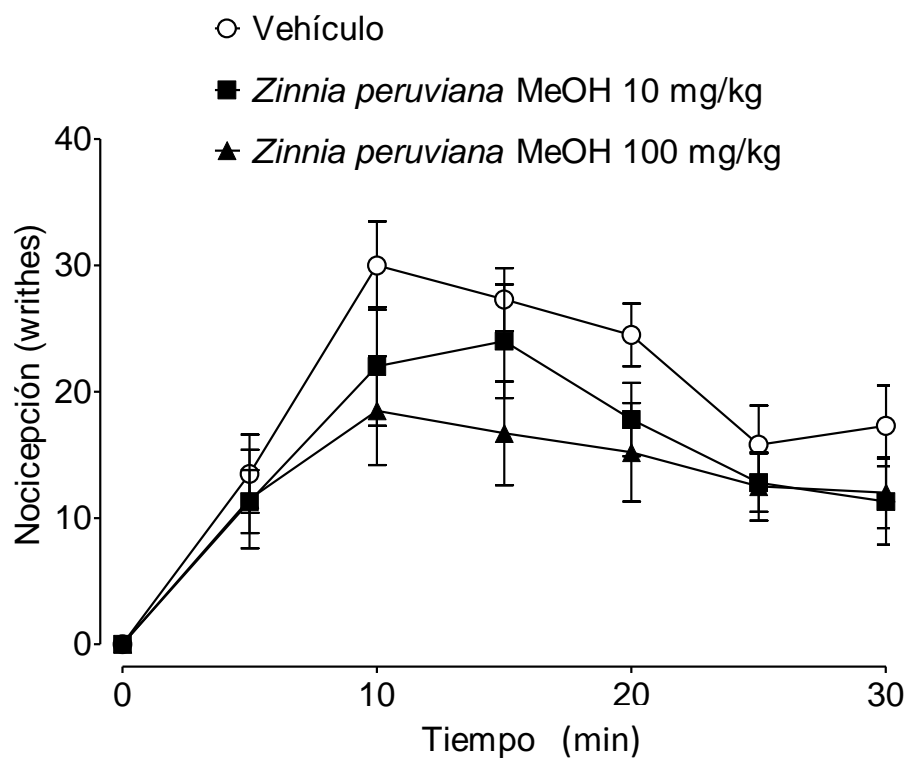


Figura 28. Efecto antinociceptivo del extracto metanólico de hojas de *Zinnia peruviana* en el modelo de Wrigthing. Las líneas y barras representan la media \pm el error estándar de seis animales.

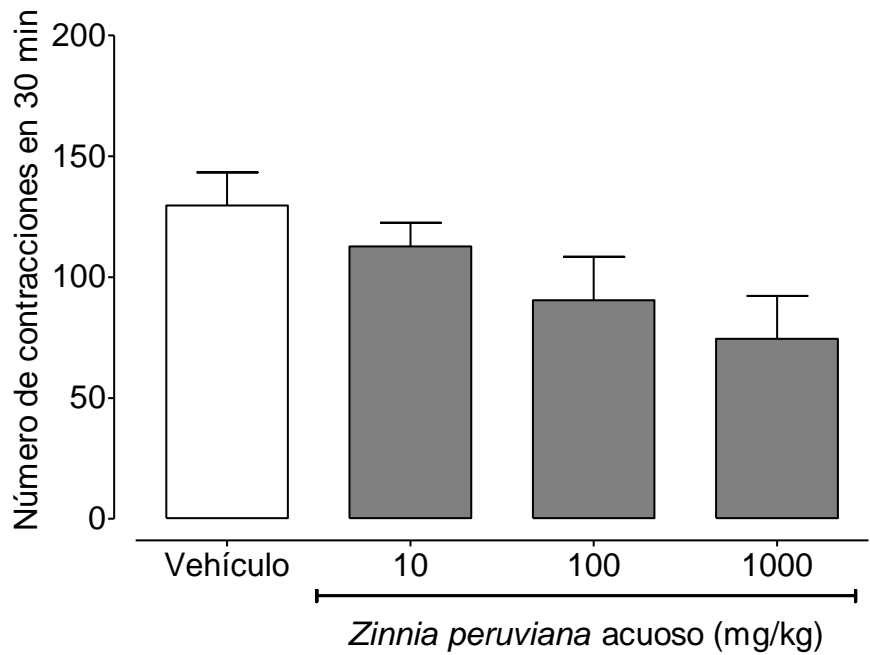
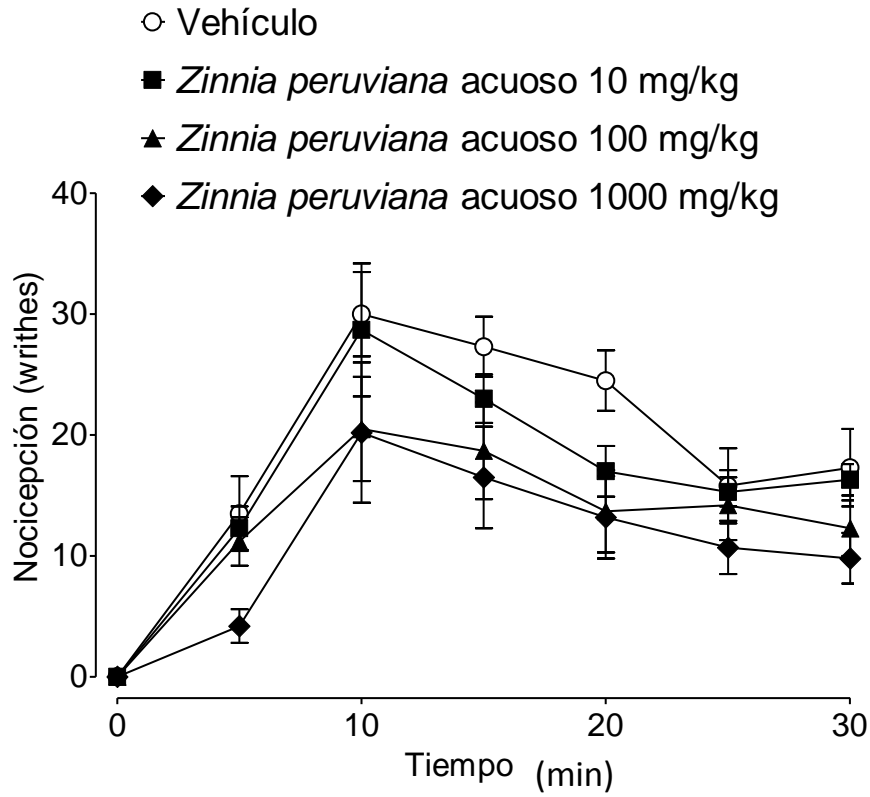


Figura 29. Efecto antinociceptivo del extracto acuoso de hojas de *Zinnia peruviana* en el modelo de Wrigthing. Las líneas y barras representan la media \pm el error estándar de la media de seis animales.

Los extractos y las dosis específicas que fueron estadísticamente significativas, en comparación con dos dosis (1mg/kg y 2mg/kg) de ketorolaco (fármaco de referencia), mostraron un comportamiento similar en el transcurso temporal de la prueba de Wrigthing y la cantidad de estiramientos totales (Fig. 36). Dichas similitudes concuerdan con la dosis de 1mg/kg de ketorolaco. La dosis de 2mg/kg de ketorolaco redujo casi a cero las conductas de nocicepción presentadas por los ratones.

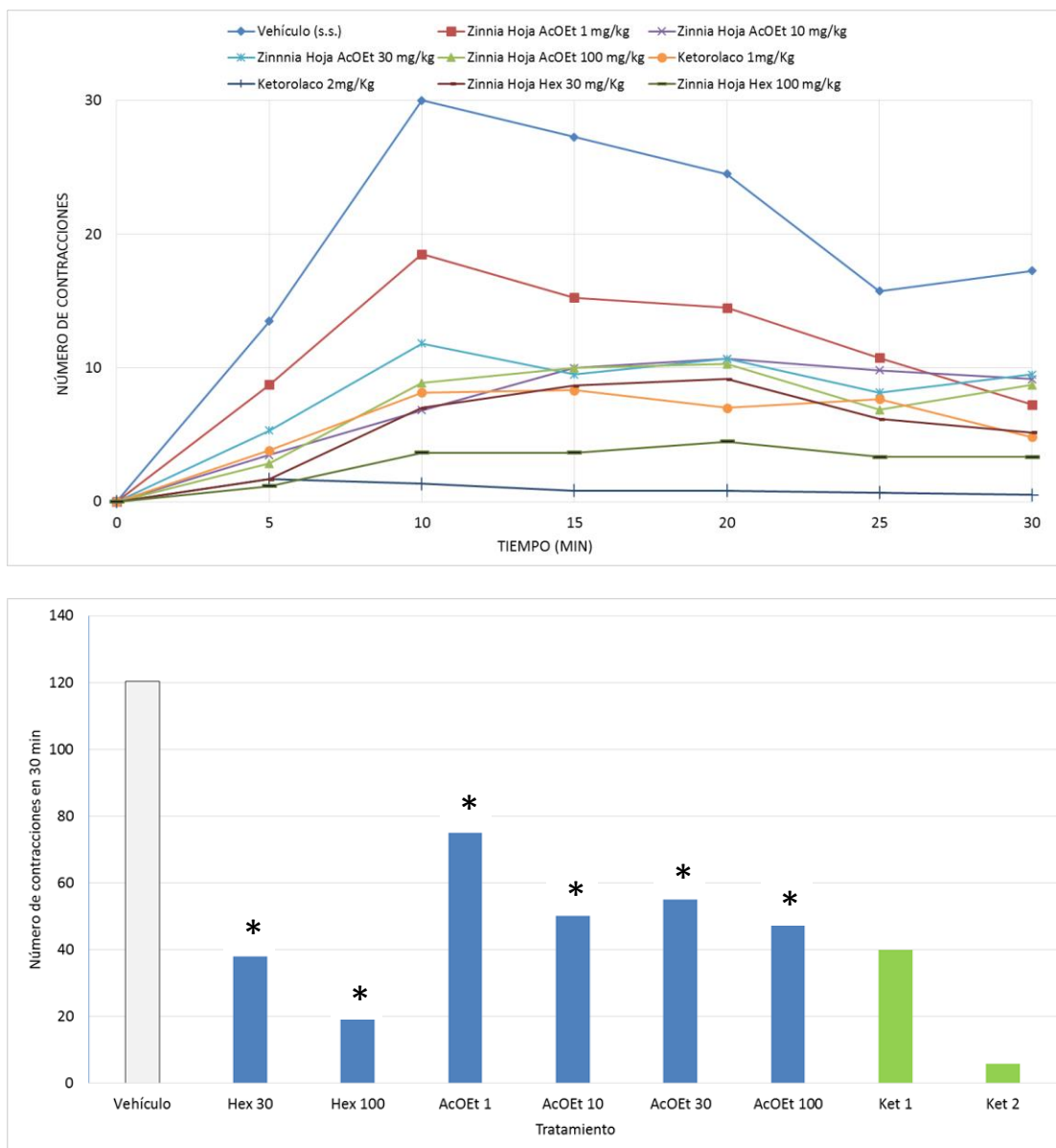


Figura 30. Comparación entre las dosis estadísticamente significativas en la prueba de Wrigthing, el control negativo o vehículo utilizado (solución salina) y el control positivo (ketorolaco) a dos dosis distintas. * $p < 0.05$, ANADEVa seguida de la prueba de Dunnett.

7.3.2. Efecto sobre la nocicepción inducida con formalina utilizando el extracto de acetato de etilo

El extracto de acetato de etilo fue el más activo en el modelo de contracción abdominal (Writhing), razón por la cual fue utilizado para realizar la prueba de la formalina. Tras la realización de dicha prueba, se encontró que las dosis de 10 y 30 mg/kg del extracto inhiben significativamente solo la segunda fase (respuesta inflamatoria) del efecto doloroso (Fig. 37). La morfina, que es un opiáceo, reduce ambas fases, mientras que el diclofenaco (AINE de referencia) sólo afecta significativamente a la fase segunda.

7.3.3. Efecto antiinflamatorio del extracto de acetato de etilo

En la figura 38 se observa que las dosis del extracto de acetato de etilo evaluadas (10, 30 y 100 mg/kg) inhibieron significativamente el edema inducido por carragenina en el cojinete plantar de los ratones a la 2^a, 3^a y 4^a horas después del estímulo inflamatorio. Cabe destacar que la dosis de 100 mg/kg redujo en mayor medida la inflamación, presentando una persistencia de tan sólo el 10% de la inflamación inicial. También fue evaluado el extracto hexánico utilizando la dosis efectiva más alta que mostró efectividad en la prueba de estiramiento abdominal; sin embargo, tal extracto no mostró diferencias con respecto al control utilizado.

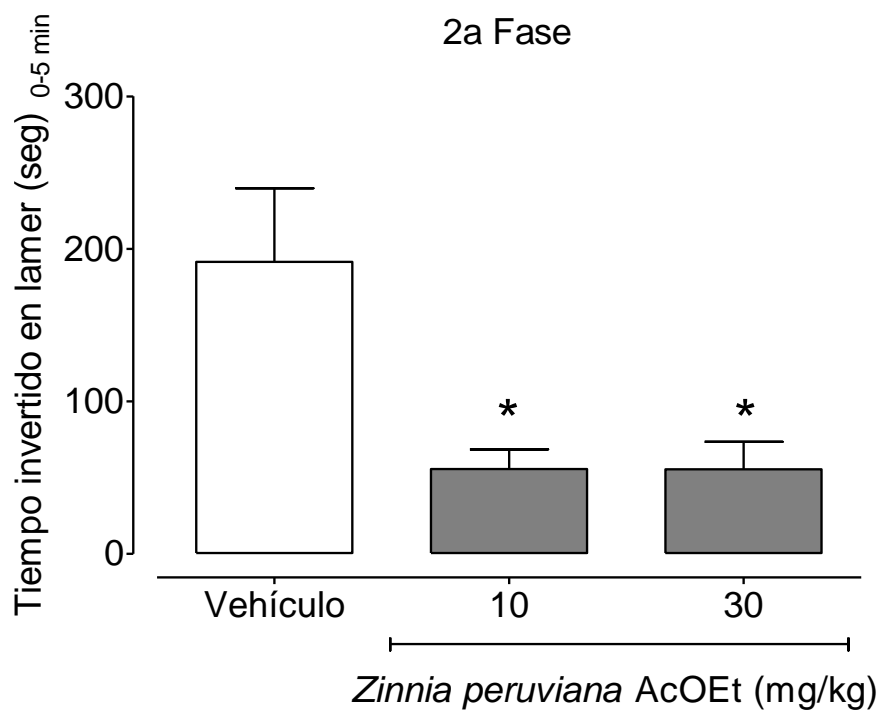
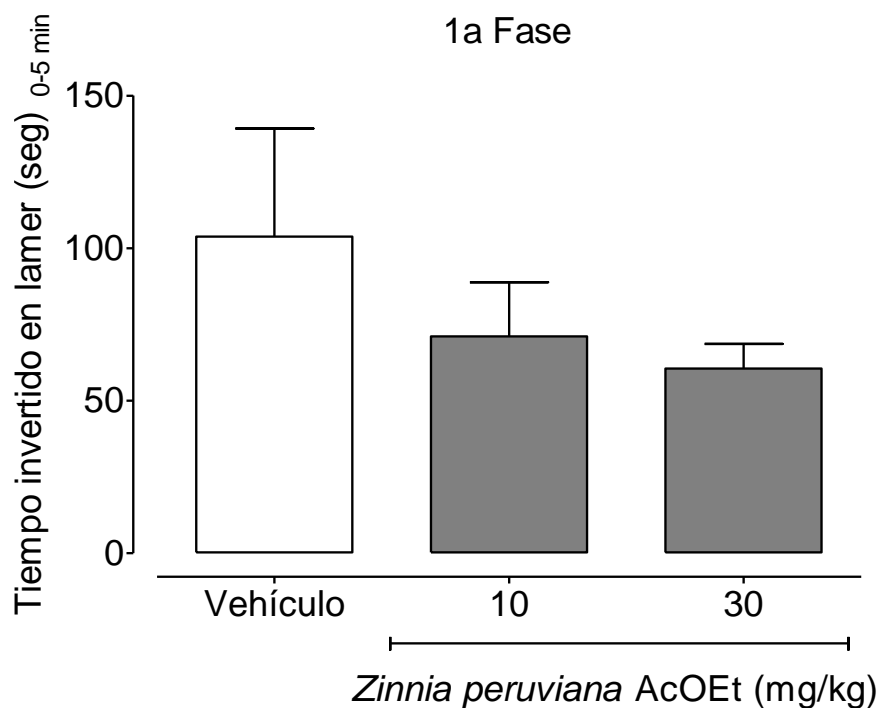


Figura 31. Efecto antinociceptivo del extracto de acetato de etilo de hojas de *Zinnia peruviana* en el modelo de la formalina. Las líneas y barras representan la media \pm el error estándar de la media de seis animales. * $p < 0.05$, ANADEVa seguida de la prueba de Dunnett.

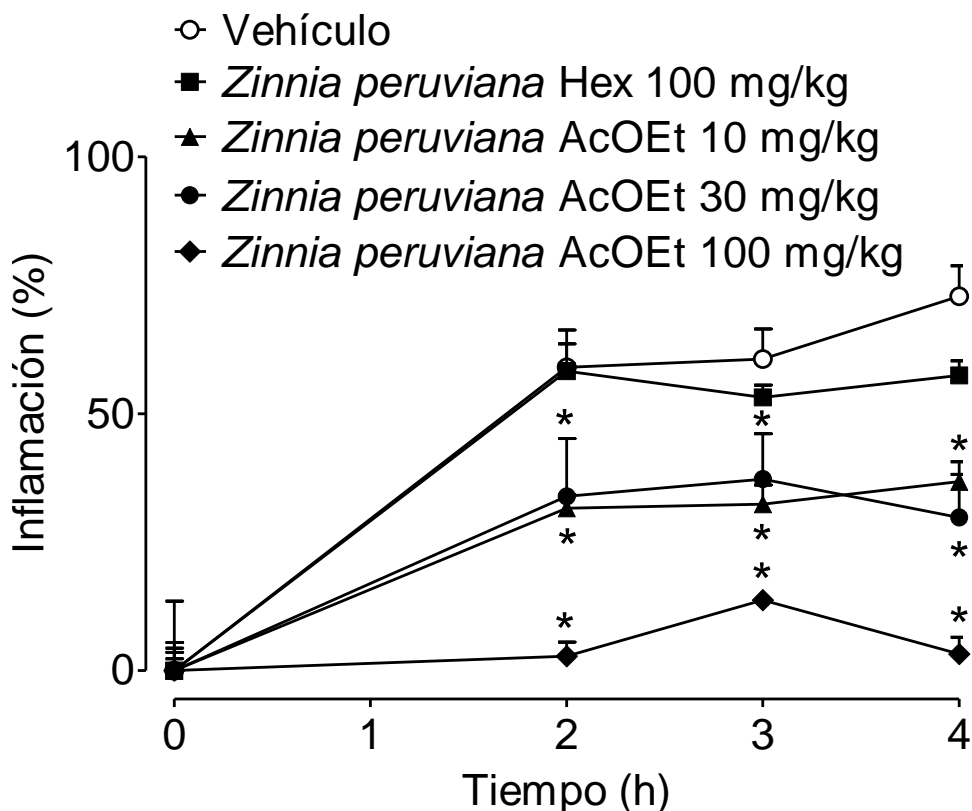


Figura 32. Efecto antiinflamatorio del extracto de acetato de etilo de hojas de *Zinnia peruviana* en la prueba de la carragenina. Las líneas representan la media \pm el error estándar de la media de seis animales. * $p < 0.05$, ANADEVa seguida de la prueba de Dunnett

7.3.4. Efecto citotóxico del extracto de acetato de etilo y sus fracciones obtenidas de hojas de *Zinnia peruviana*

7.3.4.1. Inhibición del crecimiento celular

En el cuadro 12 se muestran los porcentajes de viabilidad de células sembradas de la línea celular MSTO-211H, al ser cultivadas en conjunto con la administración del extracto crudo y todas las fracciones obtenidas del mismo. Tanto el extracto crudo y las fracciones, con excepción de la fracción de acetato de etilo, provocaron la inhibición total del desarrollo celular al utilizar concentraciones de 50 y 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$. La fracción de acetato de etilo sólo inhibió en un 15.25% el crecimiento para la dosis de 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y en un 20% para la dosis de 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$, por lo que no se considera un tratamiento efectivo para inhibir el crecimiento de células cancerígenas.

Cuadro 12. Porcentaje de crecimiento celular de la línea MSTO-211H de células de tumor pulmonar de humano en dos concentraciones distintas del extracto de acetato de etilo y sus fracciones.

Número de muestra	Extracto o fracción	Porcentaje de células vivas	
		50 µg/ml	100 µg/ml
1	Extracto de acetato de etilo	0	0
2	Fracción hexánica	0	0
3	Fracción de cloroformo	0	0
4	Fracción de acetato de etilo	84.75%	80%
5	Fracción de metanol	0	0

Para poder determinar la inhibición de crecimiento (GI_{50}) se calculó la cantidad inicial de células cultivadas y se determinan como dosis efectivas las que inhiben el crecimiento del 50% del total.

7.3.4.2. Determinación de la actividad de relajación del DNA con la enzima topoisomerasa I

En el sentido de conocer el mecanismo citotóxico de las muestras estudiadas, se evaluó su actividad de interferencia sobre la enzima topoisomerasa I. La figura 39 muestra el efecto del extracto de acetato de etilo (1) y las fracciones obtenidas a partir de este extracto (fracciones: hexano (2); cloroformo (3); acetato de etilo (4) y metanol (5)) a dos concentraciones distintas, sobre la relajación mediada por la topoisomerasa I en interacción con el DNA (plásmido pBR322).

El extracto de acetato de etilo y las fracciones hexánica, clorofórmica y metanólica afectan la actividad enzimática a la concentración de 0.5 mg/ml, mientras que la concentración de 0.05 mg/ml no ejerce un efecto inhibitor. Lo anterior se demuestra por la aparición de los productos relajados en la electroforesis realizada (Fig. 39). La fracción de acetato de etilo no induce ningún efecto en las concentraciones evaluadas. Tomando en cuenta que todos las muestras, excepto la 4, causan el 100% de muerte celular, los resultados de este experimento pueden sugerir que en la citotoxicidad de los extractos y fracciones, se involucra la interferencia de la enzima topoisomerasa I. En la figura 39 también se puede comparar el efecto de la camptotecina a una concentración de 50 µM, que es un fármaco citotóxico que tiene su mecanismo de acción sobre la topoisomerasa I.

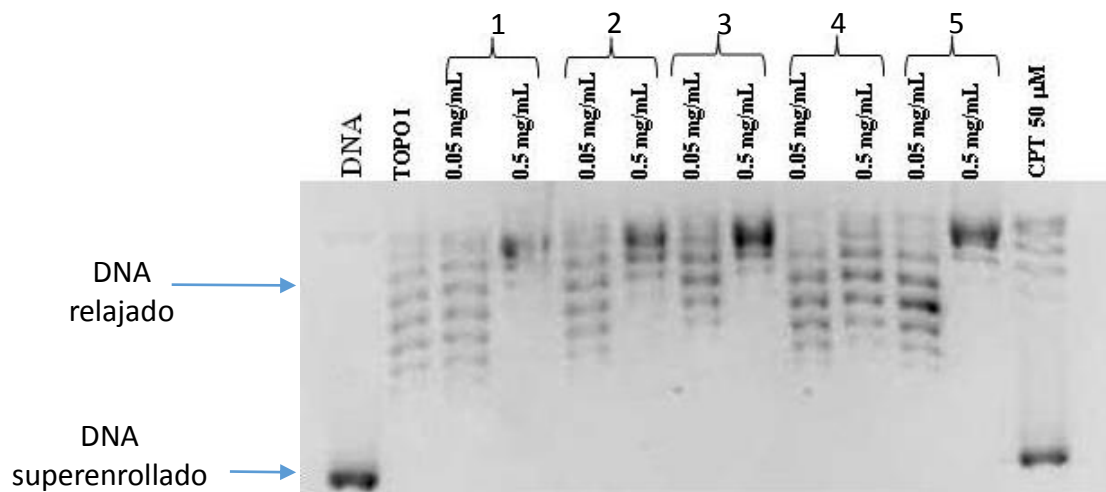


Figura 33. Efecto de la topoisomerasa I en la relajación del DNA (plásmido PBR322 superenrollado) y los efectos del extracto de acetato de etilo y sus fracciones a dos concentraciones distintas, en comparación con el efecto de la camptotecina (CPT; fármaco citotóxico de referencia)

7.4. Dosis letal (DL_{50}) de los extractos hexánico y de acetato de etilo

7.4.1. Extracto hexánico

La dosis letal obtenida para el extracto de hexano fue de 2000 mg/kg. Dos de los cuatro ratones administrados con dicha dosis fallecieron 24 horas después de la administración y los dos sobrevivientes registraron pérdida de peso. Los ratones que sobrevivieron después de las 24 horas recuperaron su peso al tercer día y sobrepasaron su peso inicial en el transcurso de la duración de la prueba.

La necropsia realizada a los ratones no reveló trastornos en los órganos internos. Sólo uno de los ratones presentó un par de puntos blancos en el hígado.

7.4.2. Extracto de acetato de etilo

La dosis letal obtenida para el extracto de acetato de etilo fue de 100 mg/kg. Dos de los cuatro ratones administrados con dicha dosis fallecieron en menos de 24 horas tras haber sido administrados, uno falleció a las tres horas y otro a la cuarta hora. Ambos ratones presentaron acumulación del extracto en los órganos de la región abdominal. Los dos ratones sobrevivientes perdieron peso 24 horas después de la aplicación del extracto, sin embargo recuperaron e incluso sobrepasaron el peso inicial que se registró en el día inicial de la prueba.

De los ratones sobrevivientes, uno presentó una cantidad muy pequeña del extracto acumulada en la región de los intestinos.

7.5. Consideraciones sobre los resultados de las pruebas farmacológicas

En este trabajo se realizó un estudio biodirigido de los efectos de los extractos orgánicos y acuoso de hojas de *Zinnia peruviana* sobre modelos experimentales de nocicepción, inflamación y citotoxicidad. Con respecto a los estiramientos inducidos por ácido acético, únicamente los extractos hexánico y de acetato de etilo redujeron significativamente el número de constricciones abdominales inducidas por el ácido acético en los ratones, siendo el más activo el extracto de acetato de etilo. Dichos resultados nos indican que tal extracto posee actividad analgésica, sin especificar si este efecto antinociceptivo es central o periférico, ya que la irritación provocada por la inyección intraperitoneal del ácido acético, produce la liberación de una diversidad de mediadores como bradiquininas, sustancias P y prostaglandinas que excitan las terminaciones nerviosas dolorosas (Abdala *et al.*, 2014).

Con la finalidad de obtener evidencias más específicas del efecto antinociceptivo del extracto de acetato de etilo de *Zinnia peruviana*, fueron evaluadas dos dosis de dicho extracto en el modelo de la formalina. En esta prueba ambas dosis inhibieron significativamente sólo la fase de respuesta inflamatoria (fase II), lo que indica que tienen un efecto analgésico central. La primera fase (0-5 min) se caracteriza por un dolor neurogénico causado por una directa estimulación química de nociceptores, es decir, estimulación de terminales nerviosas. La segunda fase (15-30 min) se caracteriza por la ocurrencia de un proceso inflamatorio que deriva en la presencia de dolor, provocado por una combinación de estímulos generados por la inflamación de los tejidos periféricos y mecanismos de sensibilización central. Las sustancias P están involucradas en la primera fase, mientras que la histamina, serotonina, prostaglandinas y bradiquininas son mediadoras de la segunda fase (Abdala *et al.*, 2014).

Respecto a los resultados obtenidos en la prueba de la formalina, se continuó evaluando el efecto del extracto de acetato de etilo de *Zinnia peruviana* en el modelo de inflamación aguda, mediante la inhibición del edema inducido en ratones. La carragenina induce edema mediante una respuesta bifásica. En la fase inicial entre 0-2 h después de la inyección de la muestra, están involucrados la acción de histaminas, serotonina y bradiquininas en la permeabilidad vascular. La segunda fase (3-4 h) es el resultado de la producción excesiva de prostaglandinas en los tejidos, que

son sustancias reactivas de oxígeno y cininas (Vadivelan *et al.*, 2007). En dicho modelo se observó que las dosis evaluadas (10 y 30 mg/kg) produjeron una significativa inhibición del edema a la 2ª, 3ª y 4ª hora de la inyección de carragenina, por lo tanto, los efectos positivos en la disminución del edema producido en este intervalo de tiempos se relaciona con la inhibición de cininas y prostaglandinas (Vadivelan *et al.*, 2007; Gautam y Jachak 2009).

Dado que el extracto de acetato de etilo de *Zinnia peruviana* fue activo en los modelos de nocicepción e inflamación, se procedió a su fraccionamiento para posteriormente evaluar su toxicidad en la línea celular de cáncer bifásico de pulmón (MSTO-211H). El extracto crudo y todas las fracciones, excepto la de acetato de etilo causan el 100% de muerte celular. Estos resultados y los obtenidos en la prueba de interferencia de la actividad de la enzima topoisomerasa I, sugieren que los extractos en cuestión poseen propiedades citotóxicas. Además se sugiere que la composición química del extracto y sus fracciones se relacionan al menos de manera parcial con el mecanismo de acción de desenrollamiento del DNA generado por la topoisomerasa I y por lo tanto dichos químicos interrumpen el proceso que permite la replicación del DNA.

En estudios fitoquímicos se reporta la presencia de lactonas sesquiterpénicas en el género *Zinnia* (Kisiel, 1978; Bohlmann *et al.*, 1979; Herz and Govindan, 1981; Maldonado *et al.*, 1985), las cuales podrían ser los posibles compuestos responsables del efecto antinociceptivo, antiinflamatorio y citotóxico de *Zinnia peruviana*, pues la presencia de dichos químicos se corroboró en el perfil químico obtenido por cromatografía en capa fina realizado en este estudio.

Las lactonas sesquiterpénicas son constituyentes de varias plantas medicinales de la familia Asteraceae y poseen potentes propiedades antiinflamatorias y antineoplásicas. Su efecto antiinflamatorio se debe a que actúan inhibiendo el factor de transcripción NF-κB, que se relaciona con la respuesta inmune y la expresión de genes proinflamatorios que codifican para la producción de enzimas como la óxido nítrico sintasa y la ciclooxigenasa (COX-2), involucradas en enfermedades como asma, artritis reumatoide o cáncer (Castro *et al.*, 2000; Lindenmeyer *et al.*, 2007; Gautam y Jachak, 2009). Asimismo, algunas lactonas sesquiterpénicas tienen efectos citotóxicos en varias líneas celulares de cáncer en humanos como carcinomas, leucemia, pulmón, ovario y colón, mediante la inhibición de la respuesta angiogénica (Bocca *et al.*, 2004).

Aproximadamente el 60% de drogas utilizadas en el tratamiento contra el cáncer han sido aisladas de plantas. Actualmente alrededor de 3000 plantas a nivel mundial poseen propiedades anticancerígenas con diversos mecanismos de acción. Algunos de sus compuestos

activos se unen a la tubulina y evitan la formación de microtúbulos (cese de la división celular), otros actúan como agentes angiogénicos. Otras ejercen su actividad inhibiendo la topoisomerasa II evitando la síntesis de DNA y por lo tanto su duplicación. Otros inhiben la topoisomerasa I, enzima importante para la relajación del DNA durante la replicación y transcripción (Alonso-Castro *et al.*, 2011). En este trabajo el efecto citotóxico del extracto de acetato de etilo y las fracciones a la dosis de 0.5 mg/ml se debe a la inhibición de la actividad de la topoisomerasa I, clasificándose en la categoría de inhibidores de clase I ó venenos enzimáticos, al igual que la camptotecina (CPT), alcaloide aislado de la planta *Camptotheca accuminata*, con actividad antitumoral ampliamente usado en la quimioterapia de ciertos tipos de cánceres, pero que sin embargo ha presentado una alta toxicidad y por ello se han diseñado actualmente fármacos derivados del mismo como el topotecán y el irinotecan (Flores, 2005). La camptotecina es un potente inhibidor de la topoisomerasa I, con la que establece un complejo ternario irreversible junto con el DNA mellado (complejo de escisión) que no puede ser sellado, como consecuencia se producen mellas en zonas del genoma que se están replicando, lo que provoca la muerte de la célula al no inducir la reparación de las mismas (Pommier *et al.*, 2010).

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el extracto de acetato de etilo y sus fracciones, obtenidas de hojas de *Zinnia peruviana* tienen propiedades analgésicas, antiinflamatorias y citotóxicas, siendo las lactonas sesquiterpénicas posibles compuestos participantes en dichos efectos. Sin embargo, también se tiene evidencia de una alta toxicidad reflejado en la pruebas de inhibición de crecimiento celular. Además de que el resultado de la dosis letal para el de acetato de etilo (100 mg/kg) es relativamente baja.

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que es necesario realizar una mayor cantidad de pruebas para determinar si los químicos contenidos en los extractos efectivos (acetato de etilo y sus fracciones) pueden ser candidatos para continuar en estudios que los perfile con potencial farmacológico. Particularmente se sugiere que podrían probarse dosis más bajas en pruebas de inhibición de crecimiento celular. También se puede proponer la hipótesis de probar con compuestos obtenidos de fraccionamientos más específicos, lo cual posiblemente permitiría tener mezclas menos complejas y más específicas, e incluso la posibilidad de eliminar factores que aumenten la toxicidad del compuesto probado. Por otra parte, la eliminación de factores químicos también podría derivar en una caída en la efectividad del extracto, pues existe la posibilidad de que al ser una mezcla y no compuestos puros aislados, exista un sinergismo en la actividad biológica de

los compuestos contenidos en el extracto de hoja, particularmente en el extracto de acetato de etilo.

Las pruebas con modelos biológicos que se realizaron permiten corroborar el uso tradicional que se le da a *Zinnia peruviana*, aunque sólo una fracción de la gama de químicos que contiene, presentan efectividad en el uso especificado (antiinflamatorio y analgésico). Lo anterior da evidencia de su potencial terapéutico, aunque basado en los resultados conjuntos de los experimentos y análisis llevados a cabo, no se puede recomendar el uso indiscriminado de la planta con fines medicinales, pues presentó toxicidad y dio muestra de actividad biológica a dosis bajas, lo cual permite deducir que se debe ser muy cuidadoso con la dosis utilizada.

Al hacer uso de medicina tradicional, los consumidores y quienes la recomiendan son responsables de cualquier posible efecto positivo o negativo inmediato o a largo plazo que pudiese derivar de la práctica. Es por ello que a pesar de haber corroborado eficacia en el padecimiento indicado tradicionalmente en Santiago Huaucilla, Oaxaca, para *Zinnia peruviana*, no se tiene evidencia completa para poder recomendar el consumo de esta planta y es por ello que se propone la realización de análisis posteriores que permitan conocer de manera exacta la composición química de los extractos obtenidos, el mecanismo de acción individual o en sinergismo de los compuestos y si es posible utilizar dosis no tóxicas para la trata de los padecimientos investigados.

8. CONCLUSIONES

1. El poblado de Santiago Huaucilla, Oaxaca cuenta con una gran cantidad de conocimientos etnobotánicos, muestra de ello es la comparación de la cantidad de información recabada con los datos reportados para las regiones aledañas.
2. Es importante la recopilación de conocimiento etnobotánico pues existe una tendencia actual hacia la pérdida de dicha información.
3. Los padecimientos gastrointestinales son los más tratados con medicina tradicional en Santiago Huaucilla, Oaxaca, lo cual concuerda de manera general con otros estudios en cualquier otra región de México. Dicha categoría es la de mayor importancia médica en este poblado.
4. Los análisis de la información etnobotánica obtenida en Santiago, Huaucilla, Oaxaca, señalaron a *Pinaropapus roseus* (espulen) y *Tournefortia volubilis* (hierba del cáncer) como ejemplares con alto potencial para ser estudiados farmacológica y fitoquímicamente. Particularmente el espulen para padecimientos dermatológicos y la hierba del cáncer como desinflamatorio y auxiliar en el tratamiento del cáncer.
5. En Santiago Huaucilla, Oaxaca, las plantas con mayor importancia en la medicina tradicional son *Pinaropapus roseus*, *Clinopodium mexicanum*, *Buddleja sessiliflora*, *Tournefortia volubilis* y *Gymnosperma glutinosum*. En menor grado pero con un alto grado de menciones de uso también se incluye a *Foeniculum vulgare*.
6. *Clinopodium mexicanum*, *Lippia oaxacana*, *Tagetes lucida* y *Marrubium vulgare* son plantas con alta importancia cultural no específicamente médica, pues son utilizadas en la vida diaria para preparar bebidas de consumo generalizado.
7. De las hojas de *Zinnia peruviana*, solamente los extractos no polares y de mediana polaridad poseen actividad analgésica en ratones, destacando el extracto de acetato de etilo.
8. Con respecto a la actividad antiinflamatoria solamente el extracto de acetato de etilo presentó dicho efecto.
9. Los compuestos de tipo terpenoide parecen ser los responsables de los efectos analgésicos, antiinflamatorios y citotóxicos encontrados en la especie *Zinnia peruviana*.

10. Es probable que los efectos analgésicos y antiinflamatorios se produzcan como resultado de un sinergismo químico entre dos o más compuestos de naturaleza no polar, o de mediana polaridad.
11. El extracto de acetato de etilo de hojas de *Zinnia peruviana*, contiene uno o más compuestos que muestran actividad citotóxica en células de tumor de pulmón humanas.
12. Los constituyentes de los extractos presentan actividad antineoplásica mediante la inhibición de la topoisomerasa I.

9. REFERENCIAS

- Abdelnabi, H.M. and Abdelwanes, G. 2010. *Biological control of powdery mildew on Zinnia (Zinnia elegans, L)*. Journal of Agricultural Science **2**(4):221-230.
- Aldaco, F. 2012. *Mortalidad por cancer en México 2000-2010: el recuento de los daños*. Gaceta Mexicana de Oncología. **11**(6):371-370.
- Andrade-Cetto, A. 2009. *Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, Hidalgo, México*. Journal of Ethnopharmacology **122**, 163-171.
- Ayyanar, S. e Ignacimuthu S. 2011. *Ethnobotanical survey of medicinal plants commonly used by Kani tribals in Tirunelveli hills of Westerns Ghats, India*. Journal of Ethnopharmacology **134**, 851-864.
- Abdala, S., Dévora, S., Martín-Herrera, D. y Pérez-Paz, P. 2014. *Antinociceptive and anti-inflammatory activity of Sambucus palmensis link, an endemic Canary Island species*. Journal of Ethnopharmacology **155**:626-632.
- Aggarwald, B., Shishodia, S., Sandur, S.K., Pandey, M.K. y Sethi, G. 2006. *Inflammation and cancer: How hot is the link?* Biochemical Pharmacology **72**:1605-1621.
- Alonso-Castro, A.J., Villarreal, M.L., Salazar-Olivo, L.A., Gómez-Sánchez, M., Domínguez, F., García-Carranca, A. 2011. *Mexican medicinal plants used for cancer treatment: Pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies*. Journal of Ethnopharmacology **133**:945–972.
- Barabas, A., Bartolomé, M. A. y Maldonado Alvarado, B. 2003. *Los pueblos indígenas de Oaxaca: atlas etnográfico*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 255 pp.
- Bautista Nicolás, R.G. [Coordinador]. 2012. *Santiago Huaucilla, Oaxaca. Un pueblo con huellas del pasado*. Santiago Huaucilla, Oaxaca. México. 63 pp.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. Medicina Tradicional Mexicana. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx> (consultada en agosto de 2014).
- Bocca, C., Gabriel, L. Bozzo, F. y Miglietta, A. 2004. *A sesquiterpene lactone, costunolide, interacts with microtubule protein and inhibit the growth of MCF-7 cells*. Chemico-Biological Interactions **147**:79-86.

- Bohlmann, F., Zdero, C., Kings, R.M., Robinson, H. 1979. *Neue elemanolide und guajanolide aus Zinnia artem.* Phytochemistry **18**:1343-1348.
- Canales, M., Hernández, T., Caballero, J., Romo de Vivar, A., Avila, G., Duran, A. y Lira, R. 2005. *Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlan, Puebla, México.* Journal of ethnopharmacology **97**: 429-439.
- Castro, V., Murillo, R., Klaas, C.A., Meunier, C., Mora, G., Pahl, L.H. y Merfort, I. 2000. *Inhibition of the transcription factor NF- κ B by sesquiterpene lactones from Podachaenium eminens.* Planta Medica **66**:591-595.
- Chabner, B.A. y Roberts, T.J. Jr. 2005. *Chemotherapy and the war on cancer.* Nature **5**:65-72.
- Chevallier, A. 1997. *Enciclopedia de plantas medicinales.* Acento Editorial, Dorling Kindersley. Verona, Italia. 336 pp.
- Chib, R., Shah, B.A., Andotra, S.S., Bharadwaj, V., Gupta, K.R., Taneja, C.S. y Khajuria, K.R. 2013. *Quantification of sesquiterpene lactones in Parthenium hysterophorus by normal-phase HPLC.* Journal of Chromatographic Science **51**:950-953.
- CONABIO. 2009. Malezas de México.
- <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/zinnia-peruviana/> (consultada en agosto de 2014)
- Covarrubias, A. 2008. *Las clínicas del dolor en México.* Revista Mexicana de Anestesiología **31**(1):66-70.
- Dahlgren de Jordán, B. 1979. *La mixteca, su cultura e historia prehispánica.* Gobierno de Oaxaca. Oaxaca, México.
- Diccionario de la Real Academia Española, 22va. Edición (digital) www.rae.es
- Duobova, V.S., Torres-Arreola, L. y Reyes-Morales, H. 2006. *Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos en la terapia del dolor, orientación para su uso en el primer nivel de atención.* Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social **44**(6):565-572.
- Ferrer, 2009. *Contribución al conocimiento de plantas útiles de bosques templados en Santiago Tilantongo, Nochixtlan, Oaxaca.* Memoria de residencia profesional. CIIDIR. ITVO. Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. 39 pp.

- Flores, J. 2005. *Farmacología humana*. Masson. Barcelona, España. 1403 pp.
- Fouche, G., Khorombi, E., Kolesnikova, N., Maharaj, V.J., Nthambeleni, R., van der Merwe, M. 2006. *Investigation of south african plants for anticancer properties*. Pharmacology online **3**:494-500.
- Friedmann, J., Yaniv, Z., Dafni, A. y Palewitch, D. 1986. *A preliminary classification of the healing potencial of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel*. Journal of Ethnopharmacology **16**, 275-287.
- Gamboa-Domínguez, A., Saqui-Salces, M., Cerbón, M. y Camacho-Arroyo, I. 2007. *Role of sex steroid hormones in gastric & thyroid cancer*. pp. 139-150. En: Mas-Oliva, J. (ed.) *Advances in cancer research at UNAM*. Universidad Nacional Autónoma de México y Manual Moderno, México, D.F.
- García Mendoza, A.J. y Meave, J.A. [eds.] 2012. *Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies)*. 2ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. México, 351 pp.
- Gautam, R. y Jachak, S.M. 2009. *Recent developments in anti-inflammatory natural products*. Medicinal Research Reviews **29**(5):767-820.
- Gibbs, J.B. 2000. *Mechanism-based target identification and drug discovery in cancer research*. Science **287**:1969-1973.
- Giday, M., Asfaw, Z. y Woldu, Z. 2009. *Medicinal plants of the Meinit ethnic group of Ethiopia: an ethnobotanical study*. Journal of Ethnopharmacology **124**: 513-521.
- Gispert, C.M., Coutiño, B.B., Rodríguez, G.H. y Díaz, R.A. 2008. *La etnobotánica y su vinculación intrínseca con los grupos étnicos integrados a su medio natural*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 5 pp.
- Gobierno del estado de Oaxaca. 2015. www.oaxaca.gob.mx (Consultada en marzo del 2015).
- Goodman, L.A. 1961. *Snowball sampling*. Annals of Mathematical Statistics **32**(1):148-170.
- Guevara, U.; Covarrubias, A. y Hernández, A. 2004. *Desarrollo de los parámetros de práctica para el manejo del dolor agudo*. Revista Mexicana de Anestesiología **27**(4):200-204.

- Guevara, U., Covarrubias, A., Rodríguez, R., Carrasco, A. Aragón, G. y Ayón, H. 2007. *Parámetros de práctica para el manejo del dolor en México*. Cirugía y Cirujanos **75**(5): 385-407.
- Guevara, U. y Covarrubias, A. 2008. *Cronología de eventos hacia una reforma legislativa en materia de dolor y cuidados paliativos*. Revista Mexicana de Anestesiología **31**(4):328-333.
- Harborne, J.B. 1991. *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plant analysis*. 2a. edición. Chapman and Hall, New York. 288 pp.
- Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Wiemann, C. y Sticher, O. 1998. *Medicinal plants in Mexico: healer's consensus and cultural importance*. Social Science and Medicine **47**(11):1859-1871.
- Herbario virtual de CONABIO. 2015. www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi (Consultada en varios meses de 2013, 2014 y 2015).
- Hernández Cruz, I. 2013. *Flora medicinal del municipio San Miguel Chicahua, Nochixtlán, Oaxaca*. Universidad Autónoma Benito Juárez, Oaxaca. Tesis profesional. México. 114 pp.
- Hernández, X. E. 1983. *El concepto de Etnobotánica*. En: Alfredo Barrera [Ed.] Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. Xalapa, Veracruz, México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 28 p.
- Herz, W. and Govindan, S.V. 1981. *Elemanolides from Zinnia peruviana*. Phytochemistry **20**(9):2229-2231.
- International Name Plants Index. 2015. www.ipni.org (Consultada en varios meses del 2014).
- Islam, K., Saha, S., Mahmud, I., Mohamad, K., Awang, K., Uddin, S.J., Rahman, M. y Shilpi J.A. 2014. *An ethnobotanical study of medicinal plants used by tribal and native people of Madhupur forest area, Bangladesh*. Journal of Ethnopharmacology **151**: 921-930.
- Iturribarría Bolaños, J. F. 1933. *Historia de Oaxaca*. Tomo uno. Oaxaca, México.
- Jansen, M. y Pérez Jiménez, G. A. 2000. *La Dinastía de Añute: Historia, Literatura e Ideología de un Reino Mixteco*. Research School of Asian, African and Amerindian Studies, Universiteit Leiden. Leiden, Países Bajos. 251 pp.
- Katzung, B.G. 1986. *Farmacología básica y clínica*. 7ª. Edición. Ed. El Manual Moderno. México, D.F. 1097 pp.

- Kisiel, W. 1978. *A new germacranolide from Zinnia haageana*. *Phytochemistry* **17**:1059-1060.
- Lindenmeyer, M.T., Kern, C. Sparna, T., Donauer, J., Wilpert, J., Schwager, J., Porath, D., Kreutz, C. Timmer, J. y Merfort, I. 2007. *Microarray analysis reveals influence of the sesquiterpene lactone parthenolide on gene transcription profiles in human epithelial cells*. *Life Sciences* **80**:1608-1618.
- Llorente Bousquets, J. y Ocegueda S. 2008. *Estado del conocimiento de la biota*. En: *Capital Natural de México*, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. Pp. 283-322.
- Loeser, J.D. y Melzack, R. 1999. *Pain: an overview*. *The Lancet* **353**:1607-1609.
- Loza, E. 2011. *AINEs en la práctica clínica: lo que hay que saber*. IT del Sistema Nacional de Salud **35**(3):88-95.
- Maldonado, M., Soriano-García, M., Guerrero, C., Romo de Vivar, A. y Ortega, A. 1985. *The structures of 9-hydroxyszinnolides and their rearranged acetates*. *Phytochemistry* **24**(5):991-994.
- Martínez Gracida, M. 1905. *Civilización mixteca: Historia antigua de la mixteca*. Tlaxiaco, México. Documento manuscrito.
- Mercado González, A. 2013. *Estudio de plantas medicinales usadas por cuicatecos en la localidad de Santos Reyes Pápalo. Cuicatlán, Oaxaca*. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis profesional. México. 159 pp.
- Moctezuma, V.C. y Patiño, Z.M. 2009. *Cáncer de pulmón*. *Anales de Radiología México* **1**:33-45.
- Moy, B., Lee, J.R. y Smit, M. 2011. *Chemotherapy of neoplastic diseases*. pp. 1665-1755. En: Brunton, L.L., Chabner, B.A., Knollmann, B.C. (ed.) *The pharmacological basis of therapeutics*. Mc Graw, New York.
- Muriel, C., Santos, F. y Sánchez-Montero, J. 2007. *Dolor crónico. Diagnóstico, clínica y tratamiento*. Editorial Arán. México, D.F. pp. 149-195.
- NCI (National Cancer Institute). 2014. <http://www.cancer.gov/cancertopics/cancerlibrary/what-is-cancer> (consultada en octubre de 2014).
- Nieto, H. 2009. *Contribución al conocimiento de plantas útiles de bosques templados en Santiago Apoala, Nochixtlan, Oaxaca*. Memoria de residencia profesional. ITVO. Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. 44 pp.

Oliveira, R.G., Mahon, C.P., Marson, M.P, Olatain, S.D., Oliveira, D.T. 2014. *Evaluation of anti-inflammatory activity of hidroethanolic extrac of Dilodendron bipinnatum Radlt.* Journal of Ethnopharmacology **155**:387-395.

Pacheco, A., Aguilar, M. R. y Vásquez Dávila, M. A. 2009. *Plantas útiles del bosque templado de Santiago Huaucuililla, Nochixtlan, Oaxaca.* En: Cultura y biodiversidad. Paradigmas axiales del siglo XXI. Memoria, VII Congreso mexicanos de Etnobiología. I Congreso Latinoamericano de Etnobiología. Revista de la asociación etnobiológica Mexicana, A.C. SOLAE y GELA. Pachuca, Hidalgo. 79 pp.

Phillips, O., Gentry, A. H., Reynel, C., Wilkin, P. y Galvez-Durand, B. C. 1994. *Quantitative ethnobotany and Amazonian conservation.* Conservation Biology **8**: 225-248.

Pommier, Y., Leo, E., Zhang, H. y Marchand, C. 2010. *DNA topoisomerases and their poisoning by anticancer and antibacterial drugs.* Chemistry & Biology **17**:421-433.

Quiroga, E.N., Sampietro, A.R. y Vattuone, M.A. 2001. *Screening antifungal activities of selected medicinal plants.* Journal of Ethnopharmacology **74**:89-96.

Ruíz, A.A., Cabezón, P.M., Sáez, B.M. y Lara, J.P. 2004. *Cáncer de pulmón.* Biocáncer **1**:1-15.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México.* 1ª. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Santos, S., Vedana, E.M. y Freitas G. 1998. *Antinociceptive effect of meloxicam in neurogenic and inflammatory nociceptive models in mice.* Inflammation Research **47**:302-307.

Satorres, S.E., Chiaramello, A.I., Tonn, C.E., Laciari, A.L. 2012. *Antibacterial activity of organic extracts from Zinnia peruviana (L.) against gram-positive and gram-negative bacteria.* Journal of Food and Agriculture **24**(4):344-347.

Teklehaymanot, T. 2007. *Ethnobotanical study of knowledge and medicinal plants use by people in Dek Island in Ethiopia.* Journal of Ethnopharmacology **124**: 69-78.

Tjölsten, A., Berge, O.G., Hunskaar, S., Rosland, J.H., Hole, K. 1992. *The formalin test: an evaluation of the method.* Pain **51**(1):5-17.

Toledo, V. M. 2003. *Ecología, espiritualidad y conocimiento: de la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable. Volumen 7 de Pensamiento Ambiental Latinoamericano*. Universidad Iberoamericana.

Tropicos. 2015. www.tropicos.org (Consultada durante varios meses del 2014 y 2015).

Vadivelan, S., Sinha, B.N., Kalvan, S.B., Christina, A.J.M, Rakesh, N.P. 2007. *Anti-inflammatory activity of *Spermacoce articularis* Linn on carrageenan induced paw edema in wistar male rats*. *Pharmacology* **3**:478-484.

Vallejo, M. y Ruiz, F. 2009. *Aspectos básicos de la farmacología clínica de los analgésicos opioides*. <http://www.dolor.org.co/libros/opioides/> (consultada en agosto de 2014).

Viana, G.S.B., Bandeira, M.A.M. y Matos, F.J.A. 2003. *Analgesic and anti-inflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemão*. *Phytomedicine* **10**: 189-195.

Villarrejo-Díaz, M., Murillo-Zaragoza, J. y Alvarado-Hernández, H. 2000. *Farmacología de los agonistas y antagonistas de los receptores opioides*. *Educación e Investigación Clínica* **1**:106-137.

Villaseñor, J.L. 2004. *Los géneros de plantas vasculares de la flora de México*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **75**: 105-135.

Wagner, H. y Bladt, S. 1996. *Plant drug analysis. A thin layer chromatography atlas*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 384 pp.

Woolf, C.J. 2004. *Pain: moving from symptom control toward mechanism specific pharmacological management*. *Annals of Internal Medicine* **140**:441-451.

10. ANEXOS

ANEXO A. PLANTAS NO IDENTIFICADAS

Cuadro 13. Plantas con uso medicinal utilizadas en Santiago Huaucilla, Oaxaca, que no se encuentran identificadas o comprobadas como ejemplar distinto de otros ya mencionados.

Nombre común	Uso(s)
Amole	Caspa, granos en la piel, purgante, epilepsia
Azahar	Alejar tristezas/envidias
Biucito	Cólicos gastrointestinales
Botellita	Piquetes de mosquitos
Cacalosuchi	Dolor de muelas
Carrizo	Dolor/malestar estomacal, baños postparto, frialdad/mal aire
Chamizo blanco	Antipirético
Chamizo colorado	Antipirético
Chicorondende	Padecimientos cardiacos no especificados
Copalillo	Paño, anticonceptivo femenino
Estofiate o estafiate	Diarrea, dolor/malestar estomacal, frialdad/mal aire
Hierba de cuerda	Desinflamatorio/analgésico en golpes
Hierba de dolor de muelas	Dolor de muelas
Hierba de fiebre	Antipirético
Hierba de tristeza	Alejar tristezas/envidias
Hierba de macaxani	Baños postparto
Hierba santa u hoja santa	Desinflamatorio/analgésico en golpes, alejar tristezas, diurético
Hierba de ventosidad	Inflamación gastrointestinal/flatulencias
Injerto de huajal	Hipertensión, baños para cerrar poros, cicatrizante, desinfectante en heridas, granos en la piel, mordeduras de culebra, piquetes/mordedura de animales venenosos
Latido	Dolor/malestar estomacal, padecimientos de la vesícula biliar
Lentejilla	Salpullido/irritación
Mirto rojo	Dolor/inflamación de oído
Pata de cabra	Próstata
Palo dulce	Hipertensión, diabetes, padecimientos de la vesícula biliar
Palo mulato	Hipertensión arterial, diabetes, antipirético
Salvia amarilla	Malestar/dolor estomacal
Tabaco de chango	Desinflamatorio/analgésico en golpes, dolor de muelas
Tepehuaje	Amacizar dentadura
Tepozán	Lavado de heridas
Tomatillo	Granos en la piel
Trovador	Diarrea, dolor/malestar estomacal, empacho

ANEXO B. REVELADORES

A1. Revelador de Anisaldehído (Wagner y Bladt, 1996)

Se prepara una solución con los siguientes componentes: Anisaldehído, ácido sulfúrico y ácido acético glacial. Se mezclan con la proporción: 10:0.2:0.1 ml. La placa se asperja y se calienta en la estufa por 5-10 minutos. Coloración azul, violeta, rojiza indica la presencia de di y triterpenoides.

A2. Reactivo de Productos Naturales/Polietilenglicol (NP/PEG) (Wagner y Bladt, 1996)

Solución A. Se prepara una solución al 1% en metanol (10 ml) de β -etil-amino-éster del ácido difenil bórico (NP).

Solución B. Solución al 5% en metanol de polietilenglicol 4000 (8 ml).

La placa se asperja primero con la solución A y posteriormente con la solución B. Coloraciones amarillo, verde-amarillo, naranja indica la presencia de flavonoides. Color azul (cumarinas).

A3. Reactivo de permanganato de potasio e hidroxamato férrico (Harborne, 1991)

Hidroxamato férrico. Asperjar la placa con una mezcla de volúmenes iguales de clorhidrato de hidroxilamina al 2% en etanol y NaOH 2N, calentar por 5-10 minutos a 100 °C, dejar enfriar y rociar con volúmenes iguales de HCl 2N y FeCl₃ al 1% en etanol. Este reactivo es específico para lactonas, por lo tanto, aquellos compuestos con fluorescencia al ultravioleta de color anaranjado-rojizo son considerados lactonas sesquiterpénicas.

Permanganato de potasio. La placa se asperja con el permanganato de potasio al 1%. Las lactonas sesquiterpénicas aparecerán como manchas cafés con luz visible.