



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTILÁN**

“Contribución al estudio químico-farmacológico de la especie *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers. (Jarilla de Castilla) de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**LICENCIADA EN BIOQUÍMICA DIAGNÓSTICA**

PRESENTA:

**THALÍA SERRANO MUNGUÍA**

ASESORA:

M. EN C. LIDIA RANGEL TRUJANO

COASESORA:

Q.F.B. BRÍGIDA DEL CARMEN CAMACHO ENRÍQUEZ

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2018.



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesls.

Contribución al estudio químico-farmacológico de la especie *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (Jarilla de Castilla) de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.

Que presenta la pasante: Thalia Serrano Munguía

Con número de cuenta: 413101356 para obtener el Título de la carrera: Licenciatura en Bioquímica Diagnóstica

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 10 de Enero de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Q. Mario Arturo Morales Delgado	
VOCAL	M. en C. Lidia Rangel Trujano	
SECRETARIO	Q.F.B. Gabriela Escalante Reynoso	
1er. SUPLENTE	M.F.C. Beatriz de Jesús Maya Monroy	
2do. SUPLENTE	Q.F.B. Margarita Esther Ortega Sánchez	

NOTA: los sindocales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México y a la FES-Cuautitlán Campo 1**, por el apoyo dado en todo mi periodo formativo.

A mi **asesora de tesis, M. en C. Lidia Rangel Trujano**, gracias por su tiempo, dedicación y apoyo constante en la elaboración de este trabajo, al igual que el material y el espacio para la adecuada experimentación.

A mi **coasesora Q.F.B. Brígida del Carmen Camacho Enríquez**, por su paciencia, guía y consejos, no sólo en este trabajo, sino también a lo largo de todo mi proceso de aprendizaje en la Facultad.

Al **jurado calificador de esta tesis, Q. Mario Arturo Morales Delgado, Q.F.B. Gabriela Escalante Reynoso, M.F.C. Beatriz de Jesús Maya Monroy y Q.F.B. Margarita Esther Ortega Sánchez**, ya que han contribuido de manera importantísima a mejorar la calidad y presentación de este documento. Gracias por su disposición y apoyo.

A los profesores de la licenciatura en Bioquímica Diagnóstica, Dra. María Esther Revuelta Miranda, Dr. Víctor Manuel Zendejas Buitron, Dra. Norma Laura Delgado Buenrostro, M. en F. C. María Eugenia R. Posada Galarza, M. en C. Andrea Ángela Becerril Osnaya, Q.F.B. Alejandro Gutiérrez García y M.V.Z. Ángel German Martínez Sosa, por su tiempo e influencia positiva como profesionales y como personas, impulsándome al esfuerzo continuo y a la búsqueda de conocimientos.

A los profesores, Dr. Enrique Ramos Ángeles Anguiano, Dr. Julio Botello Pozos, Dr. Juan Pablo Martínez Labat, Q.F.B. Raquel María del Refugio Tapia Romero, entre otros grandes docentes, que me impartieron enriquecedoras clases y acrecentaron mi interés en la ciencia.

***“Por mi raza hablará el espíritu”***



## DEDICATORIAS

Este trabajo de tesis lo dedico a:

Al **artista del universo**, que impregna un poco de él en sus obras, incluyéndome.

### **A mi familia:**

A **mi madre María Praxedis Munguía Carmona**, por tu completo apoyo, comprensión y amor. Sin tu esfuerzo constante por impulsarme hacia adelante y sin tus palabras crudas pero con verdad en cada una de ellas, no habría conseguido este gran paso en mi vida. Este trabajo te lo dedico a ti, porque es tanto tuyo como mío, un logro mutuo. Me sobrarían palabras y me faltarían hojas para agradecer.

*Te amo mamá.*

A **mi abuela María Elisa**, por instruirme desde mi niñez sobre las plantas medicinales. Por los juegos, los mimos y la paciencia, pero sobre todo, por mostrarme que la edad no es impedimento para hacer cualquier cosa que desees.

A **mi tía Dalila**, por transmitirme las ganas de arriesgarme en la vida. Tus palabras a atreverme en muchos aspectos de mi época estudiantil, hicieron que lograra varias de las cosas de las que hoy me siento orgullosa.

A **mi hermano Avilix Sadamí**, por tus palabras de aliento en los momentos indicados y los mejores abrazos de mi vida. Tienes razón, los grandes retos y las cosas más duras, les ocurren sólo a las personas fuertes que pueden soportarlo y seguir.

A **mi hermano Ulrik Alí**, por creer en mí y no dejarme decaer un sinnúmero de ocasiones. Me mostraste que la madurez no depende de la edad y que la mente de un niño es asombrosa. Gracias por tu comprensión mezclada con complicidad.

A **mi padre José Otilio Serrano Rivera**, por tu apoyo. Gracias a ti soy tan fuerte como me lo he podido permitir, por lo que tengo el conocimiento de la persona que soy y también, que no quiero ser.

A **mi abuelo José Otilio**, por tu confianza, historias y afecto. Por ser mi inspiración para estudiar las enfermedades autoinmunes y por tu entereza ante las adversidades.

A **la memoria de mi bisabuelo Heriberto, de mi bisabuela Guadalupe y abuelo José Laureano**, por formar parte de mis días y por las esperanzas de reencontrarnos en otro plano espiritual.

Al **Sr. Juventino Portilla Rivera**, por ser el pilar que necesitaba mi madre durante todos estos años y por las palabras de aliento en mis peores momentos.

A **Yoko**, por enseñarme el amor y respeto por los animales. Por el afecto incondicional desde el primer instante de conocernos, no hay ser que me mostrara mayor cariño desinteresado en esta etapa dura de mi vida.

A la **Presidencia Auxiliar de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla, y al personal que labora en la misma**, los cuales me brindaron su amabilidad y cooperación.

A **las personas que radican en la localidad**, que me dedicaron su tiempo y transmitieron sus saberes durante la realización del trabajo de campo.

A la **Sra. Antonia De La Luz Pérez**, por brindarme información sobre la planta que es tema principal de este trabajo y por permitir la recolección de la misma en el terreno de su propiedad.

A **la memoria de los adultos mayores** que ya no están y que me entretuvieron desde niña con sus historias y cantos campiranos.

A la **vida misma**, por guiar mí camino hacia la ciencia y por las pruebas cada vez más complejas. Agradezco por la capacidad de poder pintar, dudo que siguiese en pie si no fuese parte de mis días.

A **todas las personas que se han cruzado en mi camino**, que al igual que yo, tienen determinado padecimiento y siguen luchando, mostrando que son más que un o una enferma.

A **los que decidieron quedarse a mi lado** para disfrutar de mi extraña compañía, no porque se los pidiese, sólo porque quisieron.

*A esos ojos verdes, que me miran y me recuerdan quien soy.*



Al apoyo económico brindado al proyecto **PAPIME PE204814** “Actualización y fortalecimiento de la enseñanza experimental de la asignatura de Farmacognosia y Fitoquímica de la carrera de Licenciado en Farmacia y Licenciatura en Bioquímica Diagnóstica”.

A la **Unidad de Bioterio de la Facultad de Medicina de la UNAM** y a sus responsables: Dr. Enrique Pinzón Estrada, Dr. Ismael Torres Saldaña y Dr. Víctor Manuel Salgado Alfaro, por su asesoría y atenciones.

# ÍNDICE GENERAL

	ÍNDICE DE TABLAS	4
	ÍNDICE DE FIGURAS	6
	ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
	ÍNDICE DE ANEXOS	8
	LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	10
	GLOSARIO	12
1.0	RESUMEN	15
2.0	INTRODUCCIÓN	16
3.0	JUSTIFICACIÓN	17
4.0	MARCO TEÓRICO	18
4.1	México y la salud	18
4.1.1	Medicina tradicional mexicana	18
4.2	Género <i>Baccharis</i>	19
4.2.1	Taxonomía y descripción	19
4.2.2	Distribución y hábitat	19
4.2.3	Medicina tradicional	20
4.2.4	Toxicología	22
4.3	<i>Baccharis</i> en México	22
4.3.1	<i>Baccharis</i> en el estado de Puebla	25
4.4	<i>Baccharis salicifolia</i>	26
4.4.1	Sinonimia	27
4.4.2	Sinonimia científica	27
4.4.3	Taxonomía	27
4.4.4	Distribución geográfica	27
4.4.5	Hábitat y fenología	28
4.4.6	Descripción	28
4.4.7	Composición	29
4.5	Polifenoles	30
4.5.1	Polifenoles y el género <i>Baccharis</i>	32
4.5.2	Cuantificación de polifenoles	33
4.5.3	Método de Folin-Ciocalteu	33
4.6	Bioética y la experimentación	34
4.6.1	Las plantas y los lineamientos de preservación	34
4.6.2	Los animales y los lineamientos bioéticos	35
4.6.2.1	Animales de experimentación	35
4.6.2.2	La estandarización de los animales de experimentación	36
4.6.2.3	Métodos alternativos	36
4.7	Bioensayo con <i>Artemia franciscana</i>	37
4.8	Dolor e inflamación	37
4.8.1	Clasificación de modelos de dolor	39
4.8.2	Criterios ideales de los modelos de dolor	39
4.8.3	Características y comparación de los estímulos de dolor	39
4.9	Actividad analgésica y antiinflamatoria de plantas	40
4.10	Fármacos AINES	41
5.0	OBJETIVOS	42
5.1	Objetivo general	42
5.2	Objetivos específicos	42
6.0	PARTE EXPERIMENTAL	44



6.1	Plantas medicinales utilizadas en San Antonio Matlahuacales	44
6.2	Selección del sujeto de estudio	44
6.3	Recolección de la droga vegetal	44
6.4	Identificación botánica	44
6.5	Búsqueda bibliográfica	44
6.6	Información de campo	44
6.7	Conservación de la droga vegetal	45
6.8	Materiales	45
6.8.1	Equipo	45
6.8.2	Reactivos	46
6.9	Molienda	46
6.10	Obtención de extractos	46
6.10.1	Maceración dinámica	46
6.10.2	Decocciones	47
6.11	Análisis fitoquímico de los extractos de <i>B. salicifolia</i>	47
6.12	Tamaño de partícula	48
6.13	Humedad	48
6.14	Liofilización del extracto	48
6.15	Bioensayo de toxicidad aguda en <i>Artemia franciscana</i>	48
6.15.1	Eclósión de quistes de <i>Artemia</i>	48
6.15.2	Preparaciones de las concentraciones del extracto a evaluar	49
6.15.3	Evaluación de toxicidad	49
6.15.4	Criterio para dictaminar vivas o muertas	50
6.15.5	Cálculo de CL <sub>50</sub>	50
6.16	Cuantificación de polifenoles	50
6.16.1	Procedimiento para la curva patrón	50
6.16.2	Preparación de extractos	50
6.16.3	Determinación de compuestos reductores en muestras	51
6.17	Pruebas de actividad analgésica y antiinflamatoria	51
6.17.1	Marcado, pesado y distribución de los ratones	51
6.17.2	Controles	52
6.17.3	Preparaciones de las concentraciones del extracto a evaluar	52
6.17.4	Pruebas de inflamación en pata	52
6.17.5	Prueba de contorsiones abdominales	53
6.17.6	Sacrificio de animales de experimentación	53
<b>7.0</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>54</b>
7.1	Plantas medicinales utilizadas en la localidad de San Antonio Matlahuacales	54
7.1.1	Plantas con actividad analgésica y antiinflamatoria	54
7.1.2	Búsqueda bibliográfica por nombre común	54
7.2	Recolección de jarilla de Castilla	54
7.3	Identificación botánica	55
7.4	Actividad biológica reportada	55
7.4.1	Estudio de campo	56
7.4.1.1	Grupos etarios	56
7.4.1.2	Ocupación y escolaridad	56
7.4.1.3	Reconocimiento de la planta	57
7.4.1.4	Nombres populares	57
7.4.1.5	Obtención y uso	58
7.4.1.6	Características de la planta	58
7.4.1.7	Formas de transmisión del conocimiento	59

7.4.1.8	Usos tradicionales de la planta y efectividad	59
7.4.1.9	Partes de la planta utilizada	59
7.4.1.10	Formas de preparación y vías de administración	59
7.5	Tamizaje fitoquímico	60
7.6	Tamaño de partícula	62
7.7	Porcentaje de humedad	62
7.8	Bioensayo con <i>Artemia franciscana</i>	62
7.8.1	Evaluación de toxicidad	62
7.8.2	Determinación de CL <sub>50</sub>	63
7.8.3	Respuestas transformadas por Probit	63
7.9	Determinación de compuestos fenólicos	64
7.9.1	Curva de calibración con ácido gálico	64
7.10	Pruebas de actividad terapéutica	65
7.10.1	Prueba de inflamación en pata por formalina	65
7.10.2	Prueba de contorsiones	66
<b>8.0</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	67
<b>9.0</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	74
<b>10.0</b>	<b>PROSPECTIVAS</b>	75
<b>11.0</b>	<b>ANEXOS</b>	76
<b>12.0</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	105

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Usos medicinales de especies de <i>Baccharis</i>	21
<b>Tabla 2</b>	Especies tóxicas del género <i>Baccharis</i> y sus nombres populares	22
<b>Tabla 3</b>	Sinónimos de <i>B. salicifolia</i> (Ruíz & Pavón) Pers.	27
<b>Tabla 4</b>	Clasificación taxonómica de <i>B. salicifolia</i>	27
<b>Tabla 5</b>	Compuestos químicos presentes en el aceite esencial de <i>B. salicifolia</i>	29
<b>Tabla 6</b>	Algunos compuestos encontrados en el género <i>Baccharis</i>	32
<b>Tabla 7</b>	Clasificación de los modelos de dolor	39
<b>Tabla 8</b>	Grupos químicos AINES	41
<b>Tabla 9</b>	Reactivos utilizados	46
<b>Tabla 10</b>	Condiciones de preparación de los extractos	47
<b>Tabla 11</b>	Curva estándar de ácido gálico	50
<b>Tabla 12</b>	Preparación de sistemas de extractos para la cuantificación	50
<b>Tabla 13</b>	Partes del ratón a marcar y su simbología	52
<b>Tabla 14</b>	Especificaciones de la zona	55
<b>Tabla 15</b>	Identificación taxonómica de ejemplar de jarilla de Castilla, obtenida en la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla	55
<b>Tabla 16</b>	Información reportada de <i>Baccharis salicifolia</i>	56
<b>Tabla 17</b>	Usos de la especie <i>B. salicifolia</i> en la región de San Antonio Matlahuacales	59
<b>Tabla 18</b>	Formas de uso de <i>B. salicifolia</i> en San Antonio Matlahuacales	60
<b>Tabla 19</b>	Tamizaje fitoquímico de los 5 extractos	61
<b>Tabla 20</b>	Compuestos fenólicos presentes en los extractos	61
<b>Tabla 21</b>	Determinación de tamaño de partícula de la planta <i>B. salicifolia</i>	62
<b>Tabla 22</b>	Porcentaje de humedad de <i>B. salicifolia</i>	62
<b>Tabla 23</b>	Mortalidad de <i>Artemia franciscana</i> después de la exposición de 24 horas	63
<b>Tabla 24</b>	Mortalidad de <i>Artemia franciscana</i> después de la exposición de 24 horas en controles	63
<b>Tabla 25</b>	Concentraciones y absorbancias obtenidas para curva de calibración con ácido gálico	64
<b>Tabla 26</b>	Propiedades estadísticas de relación A/C	64
<b>Tabla 27</b>	Compuestos polifenólicos en 6 diferentes muestras	64
<b>Tabla 28</b>	Efecto del extracto de <i>Baccharis salicifolia</i> en el ensayo de formalina	65
<b>Tabla 29</b>	Grosor de la pata antes y después de la administración de formalina	66
<b>Tabla 30</b>	Efecto de extracto liofilizado de <i>Baccharis salicifolia</i> en dolor inducido por ácido acético	66
<b>Tabla 31</b>	Plantas medicinales y su uso	67
<b>Tabla 32</b>	Morfología de las hojas de <i>Baccharis salicifolia</i>	69
<b>Tabla 33</b>	Plantas y sus usos medicinales	76
<b>Tabla 34</b>	Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en maceración	87
<b>Tabla 35</b>	Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción	87
<b>Tabla 36</b>	Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción tradicional	88

<b>Tabla 37</b>	Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción para obtener nejayote	88
<b>Tabla 38</b>	Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción con cal	89
<b>Tabla 39</b>	Criterios de letalidad	91
<b>Tabla 40</b>	Estimación de parámetros de extracto de <i>B. salicifolia</i>	91
<b>Tabla 41</b>	Prueba de Chi cuadrado	91
<b>Tabla 42</b>	Residuo y frecuencia de casillas	91
<b>Tabla 43</b>	Límites de confianza	92
<b>Tabla 44</b>	Ratones marcados y pesados para estudio farmacológico	96
<b>Tabla 45</b>	Distribución de ratones por lote	96
<b>Tabla 46</b>	Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de 600 mg/Kg de extracto	98
<b>Tabla 47</b>	Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 5 (600 mg/Kg)	99
<b>Tabla 48</b>	Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 6 (1200 mg/Kg)	99
<b>Tabla 49</b>	Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de 1200 mg/Kg de extracto	99
<b>Tabla 50</b>	Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de indometacina	100
<b>Tabla 51</b>	Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 1	100
<b>Tabla 52</b>	Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de agua destilada	100
<b>Tabla 53</b>	Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 2	101
<b>Tabla 54</b>	Descriptivos de los 4 grupos experimentales. Respuesta en pata	101
<b>Tabla 55</b>	Grupos experimentales. ANOVA	101
<b>Tabla 56</b>	Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Respuesta en pata. Prueba Tukey	101
<b>Tabla 57</b>	Descriptivos de grosor en pata	102
<b>Tabla 58</b>	Medida de pata. ANOVA	102
<b>Tabla 59</b>	Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Grosor en pata. Prueba de Tukey	102
<b>Tabla 60</b>	Contorsiones en ratones cada 5 minutos durante 45 minutos	103
<b>Tabla 61</b>	Descriptivos de grupos experimentales en prueba de contorsiones	104
<b>Tabla 62</b>	Prueba de contorsiones. ANOVA	104
<b>Tabla 63</b>	Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Prueba de contorsiones. Prueba de Tukey	104

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Distribución geográfica del género <i>Baccharis</i> en el Continente Americano.	19
<b>Figura 2</b>	Especies de <i>Baccharis</i> usadas en medicina tradicional y morfología de sus hojas	20
<b>Figura 3 A</b>	Distribución de 15 especies de <i>Baccharis</i> en los 32 estados de la República Mexicana	23
<b>Figura 3 B</b>	Distribución de 16 especies de <i>Baccharis</i> en los 32 estados de la República Mexicana	24
<b>Figura 4</b>	Distribución del género <i>Baccharis</i> en el estado de Puebla	25
<b>Figura 5</b>	Algunas especies de <i>Baccharis</i> que crecen en el estado de Puebla	26
<b>Figura 6</b>	Flores de <i>Baccharis salicifolia</i>	26
<b>Figura 7</b>	Distribución geográfica de la especie <i>B. salicifolia</i> en la República Mexicana	28
<b>Figura 8</b>	Ilustración de <i>Baccharis salicifolia</i>	28
<b>Figura 9</b>	Estructuras químicas de compuestos presentes en <i>Baccharis salicifolia</i>	30
<b>Figura 10</b>	Cualidades relevantes de los polifenoles	31
<b>Figura 11</b>	Principales estructuras básicas de polifenoles	31
<b>Figura 12</b>	Estructura base de los flavonoides	32
<b>Figura 13</b>	Flavanonas aisladas de <i>B. salicifolia</i>	33
<b>Figura 14</b>	Métodos para determinar compuestos fenólicos	33
<b>Figura 15</b>	Lineamientos de preservación de plantas medicinales	34
<b>Figura 16</b>	Clasificación de especies en bioensayos	36
<b>Figura 17</b>	Localidad donde se realizó el estudio de campo en la Sierra Norte de Puebla	45
<b>Figura 18</b>	Metodología general del análisis fitoquímico	47
<b>Figura 19</b>	Metodología para la eclosión de nauplios de <i>Artemia franciscana</i>	49
<b>Figura 20</b>	Metodología para la cuantificación	51
<b>Figura 21</b>	Metodología para la prueba con formalina	52
<b>Figura 22</b>	Metodología para la prueba de contorsiones	53
<b>Figura 23</b>	Ejemplar completo de la planta jarilla de Castilla recolectada en San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla	55
<b>Figura 24</b>	Tallo y flores dispuestas en racimos de la planta jarilla de Castilla	58
<b>Figura 25</b>	Ratón lamiendo la pata donde se aplicó formalina	65
<b>Figura 26</b>	Medición del grosor de pata posterior derecha	65
<b>Figura 27</b>	Contorsión abdominal inducida por ácido acético	66

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Estados de la República Mexicana con más especies del género <i>Baccharis</i>	22
<b>Gráfico 2</b>	Especies de <i>Baccharis</i> más comunes en estados de la República Mexicana	25
<b>Gráfico 3</b>	Personas encuestadas agrupadas según su género	56
<b>Gráfico 4</b>	Frecuencia del grado de escolaridad	57
<b>Gráfico 5</b>	Reconocimiento de la planta por la población	57
<b>Gráfico 6</b>	Lugares de procedencia de la especie <i>B. salicifolia</i>	58
<b>Gráfico 7</b>	Resultados de análisis Probit del extracto de <i>B. salicifolia</i>	63
<b>Gráfico 8</b>	Curva de calibración para determinación de polifenoles	64

# ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 11.1</b>	Documentación de plantas	76
<b>Anexo 11.1.1</b>	Plantas utilizadas en San Antonio Matlahuacales	76
<b>Anexo 11.2</b>	Estudio de campo	77
<b>Anexo 11.2.1</b>	A la izquierda Centro Histórico del municipio de Chignahuapan, Puebla y a la derecha, visto de cerca, su quiosco estilo mudéjar	77
<b>Anexo 11.2.2</b>	Centro de la localidad de San Antonio Matlahuacales, donde se aprecia su iglesia	77
<b>Anexo 11.2.3</b>	Presidencia auxiliar municipal de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.	78
<b>Anexo 11.2.4</b>	Plantíos y alrededores de la localidad de San Antonio Matlahuacales	78
<b>Anexo 11.2.5</b>	Vista de cerca de las flores de la jarilla de Castilla	79
<b>Anexo 11.2.6</b>	Vista de cerca de las hojas de la planta conocida como jarilla de Castilla	79
<b>Anexo 11.2.7</b>	Recolección de la planta <i>Baccharis salicifolia</i> en huerto familiar de la localidad	80
<b>Anexo 11.2.8</b>	<i>Baccharis salicifolia</i> de mayor tamaño que crece cerca de un río	80
<b>Anexo 11.2.9</b>	Formato del cuestionario aplicado en la localidad de San Antonio Matlahuacales	81
<b>Anexo 11.2.10</b>	Personas de la localidad en el momento de la aplicación del cuestionario	83
<b>Anexo 11.2.11</b>	Encargada de Registro Civil y Secretaria de Presidencia Auxiliar en el momento de recibir copia del estudio de campo	83
<b>Anexo 11.2.12</b>	Documento emitido por la Presidencia Auxiliar por recibir copia del estudio de campo	84
<b>Anexo 11.3</b>	Identificación taxonómica de la planta conocida como jarilla de Castilla	85
<b>Anexo 11.3.1</b>	Certificado de identificación de <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	85
<b>Anexo 11.3.2</b>	Ejemplar herborizado de <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav. ) Pers.	86
<b>Anexo 11.4</b>	Pruebas fitoquímicas preliminares	87
<b>Anexo 11.4.1</b>	Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en maceración	87
<b>Anexo 11.4.2</b>	Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción de <i>B. salicifolia</i>	87
<b>Anexo 11.4.3</b>	Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción tradicional de <i>B. salicifolia</i>	88
<b>Anexo 11.4.4</b>	Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción para obtener nejayote	88
<b>Anexo 11.4.5</b>	Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción de <i>B. salicifolia</i> con cal	89
<b>Anexo 11.5</b>	Estudio toxicológico. Bioensayo con <i>Artemia franciscana</i>	90
<b>Anexo 11.5.1</b>	Cálculos de concentraciones de extracto de <i>B. salicifolia</i> a utilizar	90
<b>Anexo 11.5.2</b>	Cálculo de dicromato de potasio 0.1 Molar	90
<b>Anexo 11.5.3</b>	Criterios de letalidad en <i>Artemia franciscana</i>	91
<b>Anexo 11.5.4</b>	Estadística con IBM SPSS Statistics 24	91
<b>Anexo 11.6</b>	Estudio químico. Cuantificación de compuestos reductores	93

<b>Anexo 11.6.1</b>	Preparación de reactivos para curva de calibración	93
<b>Anexo 11.6.2</b>	Cálculos de concentración de sistemas para curva de calibración	93
<b>Anexo 11.6.3</b>	Cálculos para determinar compuestos reductores	93
<b>Anexo 11.6.4</b>	Cálculos para determinar compuestos reductores administrados	95
<b>Anexo 11.7</b>	Estudio farmacológico. Prueba antiinflamatoria y analgésica en ratones	96
<b>Anexo 11.7.1</b>	Marcado y pesado	96
<b>Anexo 11.7.2</b>	Distribución de lotes por culebra japonesa	96
<b>Anexo 11.7.3</b>	Preparación de las soluciones	97
<b>Anexo 11.7.4</b>	Cálculos para administrar dosis de extracto	97
<b>Anexo 11.7.5</b>	Prueba antiinflamatoria	98
<b>Anexo 11.7.5.1</b>	Resultados de la prueba de inflamación en pata por formalina	98
<b>Anexo 11.7.6</b>	Estadística de respuesta en pata. ANOVA de un factor y prueba de Tukey	101
<b>Anexo 11.7.7</b>	Estadística de grosor de pata. ANOVA de un factor y prueba de Tukey	102
<b>Anexo 11.7.8</b>	Prueba de analgesia	103
<b>Anexo 11.7.8.1</b>	Estadística de contorsiones. ANOVA de un factor y prueba de Tukey	104



# LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

°C	Grados Celsius
µg	Microgramos
µL	Microlitros
AA	Ácido araquidónico
Abs ó A	Absorbancia
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AG	Ácido gálico
AINES	Antiinflamatorios no esteroideos
AM	Agua de mar
AMPc	Adenosín monofosfato cíclico
AR	Azúcares reductores
<i>B</i>	<i>Baccharis</i>
BC	Baja California
BDMTM	Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana
C	Ciudad
CHCl <sub>3</sub>	Cloroformo
CL <sub>50</sub>	Concentración letal media
cm	Centímetros
COX	Ciclooxigenasa
DE	Desviación estándar
EAG	Equivalentes de ácido gálico
EL	Extracto liofilizado
FA	Fase acuosa
FC	Folin-Ciocalteu
FeCl <sub>3</sub>	Cloruro férrico
FEHUM	Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos
FL	Fosfolípidos
FNA	Flora of North America
FO	Fase orgánica
g	Gramos
GC	Glucósidos cardiotónicos
gl	Grados de libertad
GMPc	Guanosín monofosfato cíclico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
HCl	Ácido clorhídrico
IASP	International Association for the Study of Pain
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Kg	Kilogramos
L	Litros
m	Metros
mg	Miligramos

min	Minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
n	Muestra
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sodio anhidro
NaOCl	Hipoclorito de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
NL	Nuevo León
nm	Nanómetros
OMS	Organización Mundial de la Salud
PGs	Prostaglandinas
ppm	Partes por millón
Rep	Repetición
rpm	Repeticiones por minuto
SLP	San Luis Potosí
SNC	Sistema nervioso central
Ss	Silicotúngstico
UV-Vis	Ultravioleta-visible
VI	Vía intraperitoneal
Vol	Volumen
W	Watts

# GLOSARIO

**Analgésico:** Aquel que calma o reduce la sensación de dolor.

**Anillo heterocíclico:** Compuesto orgánico cíclico con al menos uno de los componentes del ciclo siendo un elemento diferente al carbono.

**Antiaterogénico:** Sustancia con la capacidad de disminuir o suprimir el riesgo de contraer aterosclerosis, padecimiento que se basa en el endurecimiento de las arterias reduciendo la circulación.

**Anticarcinogénico:** Compuesto relacionado con la prevención o el retraso de la evolución del cáncer.

**Antiespasmódico:** Sustancia que calma o aminora espasmos o contracturas.

**Antiinflamatorio:** Término aplicado al medicamento o procedimiento que permite disminuir o prevenir la inflamación de los tejidos.

**Antimicrobiano:** Agente que elimina microorganismos o inhibe su crecimiento.

**Antimutágeno:** Sustancia que contrarresta o impide las alteraciones o cambios de la información genética.

**Antirradicalar:** Aquel que protege contra la oxidación celular por medio de la disminución de radicales libres.

**Antiséptico:** Sustancia antimicrobiana que se aplica a un tejido vivo para reducir la posibilidad de infección, sepsis o putrefacción.

**Bioactivo:** Compuesto que tiene una actividad biológica dentro del organismo y que se traduce en beneficios para la salud.

**Citotoxicidad:** Capacidad de una sustancia de causar efectos perjudiciales a una o más células.

**Colerética-colagoga:** Sustancia que activa la producción de la bilis y facilita su expulsión.

**Concentración Letal 50:** Dosis única que indica la cantidad de una sustancia para matar al 50% de la población.

**Contorsiones:** Proceso que consta de contracciones en la zona del abdomen, retorcimiento del tronco y extensión de patas posteriores.

**Crustáceo:** Artrópodo que posee respiración branquial, con dos pares de antenas, caparazón duro o flexible y patas dispuestas simétricamente.

**Cumarina:** Metabolito secundario que se describe como compuesto químico orgánico perteneciente a la familia de las benzopironas.

**Decocción:** Método de extracción de principios activos de plantas, en el que se hace hervir el agua de 3 a 30 minutos, sobre partes de la misma (raíces, tallos, semillas, hojas, etc.) dejando reposar al menos 10 minutos.

**Derrame de bilis:** Enfermedad del aparato digestivo causada por trastornos como "penas o corajes" que repercuten en el hígado alterando su función.

**Disentería:** Trastorno inflamatorio del intestino que produce diarrea grave.

**Efectos adversos:** Respuesta a una sustancia que es nociva y no intencionada.

**Estaminada:** Flor que se caracteriza por tener los estambres muy largos, delgados y llamativos.

**Fenología:** Estudio de los factores climáticos y los ciclos de vida de los organismos.

**Follaje:** Conjunto de las ramas y de los tallos cargados de hojas abiertas, de flores o de frutos.

**Hábitat:** Medio físico o geográfico en el que vive un ser vivo de forma natural.

**In vitro:** Técnica para realizar un determinado experimento en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.

**Liofilización:** Proceso de deshidratación que consiste en congelar materia y reducir la presión, para permitir que el agua congelada en el material se sublime directamente desde la fase sólida a la fase gaseosa, eliminando la totalidad de agua libre y preservando la integridad de la sustancia liofilizada.

**Maceración:** Método de extracción de principios activos de plantas, que consiste en dejar reposar una hierba en agua u otro disolvente a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo.

**Marisma:** Ecosistema húmedo en el que crecen plantas herbáceas en el agua.

**Morfología foliar:** Clasificación basada en la descripción de la constitución y estructura de las hojas de las plantas.

**Nativa:** Especie que pertenece a una región o ecosistema determinado y cuya presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

**Nauplio:** Nombre que reciben las larvas de las artemias recién eclosionadas.

**Necrosis:** Muerte patológica de un conjunto de células o cualquier tejido en un organismo vivo.

**Nociceptivo:** Referente a la captación de excitaciones dolorosas.

**Perenne:** Término referente a plantas que poseen hojas que no se caen a lo largo del año y que florece y produce semillas más de una vez en su vida.

**Pistilada:** Flor femenina que tiene un pistilo capaz de producir semillas. Y que no posee estambres o si los tiene, es con anteras y no pueden producir polen.

**Plantas vasculares:** Aquellas plantas que absorben los nutrientes necesarios a través de un sistema interno que incluye las raíces, los tallos y las hojas.

**Prostaglandinas:** Sustancias de carácter lipídico, que interfieren en procesos inflamatorios.

**Saponinas:** Glucósidos de esteroides o triterpenoides con propiedades semejantes a las del jabón, que al agitarse con agua producen espuma.

**Sedante:** Sustancia que calma el dolor o disminuye una excitación nerviosa.

**Senescencia:** Término que se refiere al proceso de envejecer.

**Tuberculosis:** Infección bacteriana que afecta a varios órganos, principalmente a los pulmones.

**Visión antropocéntrica:** Doctrina que sitúa al ser humano como centro del cosmos.

**Vulnerario:** Cualquier remedio que favorece la curación de heridas.

### **Términos utilizados en la medicina tradicional mexicana**

**Alforra:** Término que describe una enfermedad dermatológica propia de recién nacidos y lactantes, caracterizada por la presencia de granos o salpullido en la cara y en el cuerpo.

**Caldear:** Procedimiento terapéutico que consiste en la aplicación de remedios calientes sobre la piel, lavando la parte afectada y teniendo como finalidad calmar el dolor, desinflamar y “bajar la calentura”.

**Nejayote:** Procede del náhuatl *nextli*, ceniza, y *ayotl*, líquido, y se refiere al agua amarillenta en la que se ha cocido el maíz.

**Reumas:** Padecimiento cuya manifestación característica es el dolor en huesos y articulaciones, que dificulta la movilidad normal.

# 1.0 RESUMEN

La medicina tradicional es el conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas fundamentadas en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas y que se utilizan para mantener la salud. México es un país que orgullosamente cuenta con este recurso fundamental para la salud de millones de seres humanos, sin embargo, no se le ha brindado la atención adecuada.

Una parte muy importante de esta práctica son las plantas medicinales; si comparamos la información científica existente de las hierbas utilizadas en la medicina tradicional China e India, es increíble que de la mexicana exista muy poca información, razón por la que se realizó una investigación en la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan Puebla; aplicando un cuestionario semiestructurado a 63 habitantes de dicha comunidad para recopilar los conocimientos sobre las principales plantas utilizadas en su práctica terapéutica tradicional.

Por ello el propósito del presente trabajo se centró en evaluar el extracto acuoso de la especie *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers. (Asteraceae), mediante estudios químicos y farmacológicos para aportar evidencias que avalen el uso tradicional para el dolor e inflamación.

Para ello, primero se recolectó la planta en la localidad antes mencionada, después se preparó el extracto de acuerdo a la encuesta realizada, siendo ésta elaboración por medio de una decocción de la planta con la adición de nejayote, la cual fue la que más se aproximó a la preparación tradicional, además de que presentaba un contenido elevado de antioxidantes que se pudieron relacionar con las cualidades antiinflamatorias.

Se determinó la presencia de algunos de los metabolitos que este extracto contenía como son azúcares reductores, saponinas, fenoles, alcaloides y flavonoides entre los principales; antes de evaluar la actividad farmacológica se determinó la toxicidad de éste utilizando un bioensayo en *Artemia franciscana* y mediante un análisis estadístico se llegó a una concentración letal cincuenta ( $CL_{50}$ ) de 976.39 ppm que la colocan como un extracto de letalidad mínima, de acuerdo a los criterios de letalidad referidos por Sanabria y Sandra en 1997, en donde mencionan que existe una:

Letalidad elevada 0.1-100 ppm  
Letalidad moderada 100-300 ppm  
Letalidad baja 300-600 ppm

En la evaluación farmacológica se encontró una significativa actividad analgésica y antiinflamatoria en una dosis de 1200 mg/kg, demostrando el uso popular contra el dolor y la hinchazón. La metodología en animales y plantas aquí desarrollada se realizó tratando de respetar la integridad de los organismos vivos teniendo como base lineamientos bioéticos.

## 2.0 INTRODUCCIÓN

México está dentro de los cinco países considerados como “megadiversos” junto con China, India, Colombia y Perú, ya que albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida en el planeta. Tan solo en México está representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta (CONABIO, 2017). En nuestro país existen alrededor de 4000 especies de plantas con flores de las que el 15 % tiene atributos medicinales (Ocegueda, Moreno y Koleff, 2005).

El saber sobre la flora medicinal se ha enriquecido durante siglos gracias a la observación y paciencia de los pueblos que han buscado apropiarse de su fuerza curativa. En México las plantas han sido un recurso importante para buscar alivio a las enfermedades más comunes, tal como queda constatado en el Códice de la Cruz-Badiano y el Códice Florentino (García, 2014).

El conocimiento de las plantas proporciona una información de gran valía ya que forma parte de nuestro patrimonio, pero debido a modificaciones en los estilos de vida y los cambios socioculturales, se ha provocado una disminución en la transmisión de estos saberes, lo que hace que se esté perdiendo paulatinamente gran parte de esta herencia cultural.

Una de las formas de conocer acerca de los recursos vegetales en México es investigando la relación que guardan éstos con los grupos humanos, es decir, cómo es que ciertas comunidades mexicanas han usado y aprovechado las plantas como recurso terapéutico a través del tiempo.

Las plantas medicinales que crecen en todo el territorio mexicano han sido usadas desde tiempos antiguos para diversas afecciones. Particularmente las plantas utilizadas por sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias, son de gran importancia ya que “en nuestro país se ha mostrado que hay cerca de 200 padecimientos que afectan al sistema músculo-esquelético y en algunos casos otros órganos o sistemas, causando dolor e inflamación” (Mould, 2008).

Hay plantas de uso común que son utilizadas para las afecciones ya mencionadas y los estudios sobre ellas son bastos, por otro lado, también existen aquellas que en el ámbito popular se les atribuyen cualidades terapéuticas de este tipo y no están reportadas.

De acuerdo a lo anteriormente referido, es imprescindible interesarse en las plantas cuyas propiedades no se han evaluado y cuyo uso sólo se sabe por conocimiento popular, de tal forma que se enriquezca el saber determinando su actividad farmacológica, su toxicidad y se vislumbre su composición química.

## 3.0 JUSTIFICACIÓN

México forma parte de la lista de países que poseen como recurso de salud a la medicina tradicional, formando parte de nuestro patrimonio cultural con un acervo de recursos y prácticas que ha pasado de generación en generación desde tiempos ancestrales. Sin embargo, la transferencia de conocimientos se ha visto limitada por la falta de interés que este recurso representaba con el advenimiento de la medicina alópata.

Hacia finales del siglo XX, no obstante, hay un inusitado interés por las plantas medicinales que forman parte de la medicina tradicional de cada país. Los científicos ahora ven en la medicina tradicional una fuente potencial de nuevas moléculas con actividad biológica y por tanto, en realizar el cambio del conocimiento empírico al basado en evidencias que respalden sus usos.

En nuestro país existe una riqueza de conocimientos, prácticas y recursos que aporta cada estado de la República. Puebla es un estado mexicano que posee gran diversidad en flora y cabe mencionar que la mayoría de sus municipios junto con las localidades que los conforman, hacen pleno uso de las plantas para contrarrestar los malestares que aquejan a sus habitantes, pero muy pocos de estos sitios han sido sujeto de estudio para tener un registro de las prácticas y recursos que en éstas se utilizan.

Dentro de las prácticas utilizadas en la medicina tradicional se encuentran las que se refieren al tratamiento del dolor e inflamación del sistema músculo-esquelético, en las que se hace uso de las plantas medicinales y/o hueseros para coadyuvar en el tratamiento de este padecimiento. De acuerdo con la información obtenida de los habitantes de San Antonio Matlahuacales en Puebla; una de las plantas que se utilizan para este fin es la jarilla de Castilla (*Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav) Pers.) y de la que hay poca información bibliográfica sobre estudios químicos y farmacológicos de la misma.

En base a lo anteriormente señalado, se seleccionó esta planta medicinal para contribuir de manera científica en el estudio químico-biológico de este importante recurso vegetal utilizado en la medicina tradicional mexicana y se tomaron en cuenta estudios que se apegarán en lo posible a los principios bioéticos con el fin de procurar la integridad de los recursos vegetales y animales utilizados en este proyecto.



# 4.0 MARCO TEÓRICO

## 4.1 México y la salud

En México como fruto de la diversidad cultural, los diferentes grupos de la población poseen concepciones desiguales de la salud y de la enfermedad. En un sentido amplio la salud se presenta en ausencia de enfermedad y se encuentra sano quien no ha desarrollado ninguna dolencia sin sintomatología (Ortega, 2006).

En nuestro país a lo largo de los últimos 30 años han ocurrido diversos sucesos que han influido en la esperanza de vida de los habitantes y se ha modificado el cuadro de las principales afecciones. En la actualidad el predominio lo tienen las enfermedades no transmisibles y las lesiones de diversa índole que siempre están ligadas con dolor e inflamación (Gómez, 2011). Los avances de la medicina en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades relacionadas con el dolor, ha incrementado el promedio y calidad de vida de los pacientes pero también su morbilidad (González et al., 2012).

Históricamente el dolor ha sido uno de los componentes más importantes en el padecimiento de numerosas enfermedades en torno al cual los grupos sociales han establecido variados significados acerca de su origen y México no es la excepción (Barragán, 2006).

### 4.1.1 Medicina tradicional mexicana

La Organización Mundial de la Salud (2017), define a la medicina tradicional como el conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas que se basan en experiencias y creencias indígenas utilizadas para conservar la salud, así como contemplar la prevención y tratamiento de enfermedades ya sean físicas o de tipo mental. Lo que en la actualidad llamamos medicina tradicional en México, es en realidad una mezcla de conocimientos provenientes de los pueblos mesoamericanos y la cultura hispanoárabe; a ellos se sumaron diversos aportes de los esclavos africanos que llegaron con los españoles, la medicina científica y algunos recursos de las tradiciones orientales.

Generalmente se asocia a la medicina tradicional con la magia, las limpias, los brujos, entre otros, pero ésta va más allá de estas prácticas ya que somos herederos de un gran conocimiento medicinal que hasta hoy en día sigue sorprendiendo a la medicina moderna.

En nuestro país y el resto del mundo los recursos terapéuticos se basan principalmente en el uso de las plantas, después los animales y por último los minerales. Es indudable que la herbolaria es uno de los ejes principales sobre los que gira la medicina tradicional. La recolección, cultivo, formas de preparación, formas de administración, entre otros, son elementos que están íntimamente relacionados a las culturas y creencias de las diferentes regiones, de ahí la diferencia entre las distintas prácticas

(Berenzon, Ito y Vargas, 2006). Una de estas plantas es la jarilla de Castilla (*Baccharis salicifolia*), la cual pertenece al género *Baccharis*.

## 4.2 Género *Baccharis*

### 4.2.1 Taxonomía y descripción

Son plantas nativas del Nuevo Mundo, miembros de la familia Asteraceae y comprenden entre 360 y 500 especies distribuidas en regiones de temperatura tropical, cuyos nombres se refieren al dios Bacchus que representa el vino y alude al olor picante de las raíces (Burrows y Tyrl, 2013).

Llevan las hojas a lo largo del tallo de forma alternada y sus flores suelen ser de color blanco o rosáceo. No hay flores de rayos, sino muchas flores de disco que están estaminadas o pistiladas.

### 4.2.2 Distribución y hábitat

Dichas plantas ocupan una variedad de suelos en toda América, se distribuyen mayoritariamente en Brasil, Paraguay, Bolivia, Perú, Uruguay, Argentina, México, Colombia, Chile y Estados Unidos (Figura 1). *Baccharis* está asociada a suelos húmedos y muchas especies son tolerantes a suelos alcalinos o salinos, aunque algunas especies son poco comunes en marismas o pantanos (Burrows y Tyrl, 2013).



**Figura 1:** Distribución geográfica del género *Baccharis* en el Continente Americano.

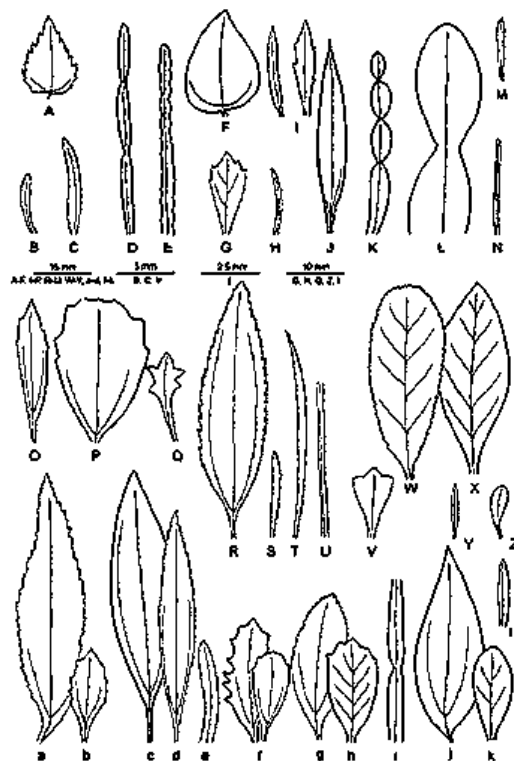
Nota: Modificado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Burrows y Tyrl (2013).

Existe una gran diversidad en Brasil y los Andes, lo que indica que es probable que estos sean los lugares en donde se origina este género (Aguilar, Anaya, Alarcón, y Tinco, 2007).

En América es frecuente encontrar las siguientes especies del género *Baccharis*: *B. articulata*, *B. conferta*, *B. crispa*, *B. dracunculifolia*, *B. floribunda*, *B. gaudichudiana*, *B. trimera*, *B. salicifolia*, *B. sarothroides*, *B. serraefolia*, *B. subalata*, *B. teindalensis*, *B. tricuneata*, *B. trinervis*, *B. tucumaniensis*, *B. baccinoides*, entre otras (Abad y Bermejo, 2007 citado por Menéndez, Suárez y Vargas, 2013).

#### 4.2.3 Medicina tradicional

Se han reconocido 38 especies de *Baccharis* de uso tradicional que se distinguen entre sí por su morfología foliar (Figura 2), y en 22 de estas especies se ha probado su actividad biológica (Freire, Urtubey y Giuliano, 2007).



**Figura 2:** Especies de *Baccharis* usadas en medicina tradicional y morfología de sus hojas.  
 Nota: A corresponde a *B. anomala*; B a *B. boliviensis*; C a *B. artemisioides*; D a *B. articulata*; E a *B. crispa*; F a *B. decusata*; G a *B. conferta*; H a *B. coridifolia*; I a *B. dracunculifolia*; J a *B. douglasii*; K a *B. gaudichaudiana*; L a *B. genistelloides*; M a *B. genistifolia*; N a *B. grisebachii*; O a *B. heterophylla*; P a *B. illinita*; Q a *B. tola*; R a *B. latifolia*; S a *B. linearis*; T a *B. megapatamica*; U a *B. microcephala*; V a *B. multiflora*; X a *B. nítida*; Y a *B. natosergila*; Z a *B. odorata*; a es *B. pentlandii*; b es *B. pilularis*; c es *B. pedunculata*; d es *B. salicifolia*; e es *B. sarothroides*; f es *B. scanders*; g es *B. serrifolia*; h es *B. teindalensis*; i es *B. trimera*; j es *B. trinervis*; k es *B. vaccinioides*; l es *B. weightii*. Tomada de Freire et al. (2007).

Los padecimientos contra los que se usan y han sido reportados en la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM, 2009) son:

- anemia
- diarrea/disentería
- dolor de estómago
- quebradura
- reumas
- diabetes
- tos
- tuberculosis
- dolor de cabeza
- torcedura
- dolor de hígado
- dolor articular
- granos
- derrame de bilis
- fiebre

Los usos medicinales de las especies de *Baccharis* son muy diversos así como los lugares donde proliferan dichas plantas en todo el Continente Americano (Tabla 1), (Prada, Orduz y Coy, 2016).

**Tabla 1**  
*Usos medicinales de especies de Baccharis*

<b>Especie</b>	<b>Lugar</b>	<b>Uso tradicional</b>
<i>B. articulata</i>	Sur de Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina	Diabetes
<i>B. alamani</i>	México	Inflamaciones
<i>B. conferta</i>	México	Dolor de estómago, estimular micción y pérdida de peso
<i>B. coridifolia</i>	Sur de Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina	Parásitos externos de los cabellos
<i>B. serraefolia</i>	México	Diarrea y enfermedades gastrointestinales
<i>B. crispa</i>	Sur de Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina	Antiséptico de uso externo y digestivos
<i>B. dracunculifolia</i>	Brasil y Argentina	Afecciones al hígado, desordenes digestivos, cólicos, anemia por pérdida de sangre y antiinflamatorio
<i>B. douglassi</i>	Oeste de América	Trastornos de riñón y piel
<i>B. floribunda</i>	Perú y Venezuela	Cortes y heridas, diabetes y reumatismo
<i>B. gaudichaudiana</i>	Paraguay y Argentina	Diabetes, dolencias gastrointestinales
<i>B. genistelloides</i>	Perú y Amazonas	Enfermedades del hígado, reumatismo, diabetes
<i>B. sarothroides</i>	México	Resfriados, dolores de cabeza y dolencias generales
<i>B. uncinella</i>	Brasil	Sedante
<i>B. ilinita</i>	Brasil	Propiedades antiinflamatorias de piel, mucosa, anti infecciosos, ulcera de estómago y cicatrización de heridas de la piel
<i>B. incarum</i>	Argentina	Heridas
<i>B. heterophylla</i>	México	Trastornos gastrointestinales
<i>B. latifolia</i>	América del Sur	Reumatismo, hígado, heridas y úlceras
<i>B. multiflora</i>	México	Gripe, inflamación y problemas urinarios
<i>B. obtusifolia</i>	Colombia	Reumatismo, enfermedades del hígado, heridas y úlceras
<i>B. pentlandii</i>	Bolivia	Inflamación y reumatismo
<i>B. rubricaulis</i>	Bolivia	Dolencia de mucosas
<i>B. salicifolia</i>	Desde los Estados Unidos hasta Chile y Argentina	Inflamación y agente de higiene femenina
<i>B. teindalensis</i>	Ecuador	Antiinflamatoria, analgésico y remedio antimicrobiano
<i>B. tricunaeta</i>	Venezuela	Infecciones de piel y diabetes
<i>B. vacoinoides</i>	México	Trastornos gastrointestinales

*Nota:* Tomado de Prada, et al. (2016).

#### 4.2.4 Toxicología

Ciertas plantas pertenecientes a este género están implicadas en problemas toxicológicos (Tabla 2). *Baccharis* contiene saponinas o glucósidos cardiotónicos que pueden causar efectos adversos en corazón y a nivel digestivo. La especie reportada como más tóxica es *Baccharis glomeruliflora* y la menos tóxica es *Baccharis angustifolia* (Burrows y Tyrll, 2013).

Algunas especies de *Baccharis* se sabe que son tóxicas para los animales, ya que su consumo puede conducir a la necrosis en el tracto gastrointestinal de bovinos, caballos, ovejas y conejos.

**Tabla 2**  
*Especies tóxicas del género Baccharis y sus nombres populares*

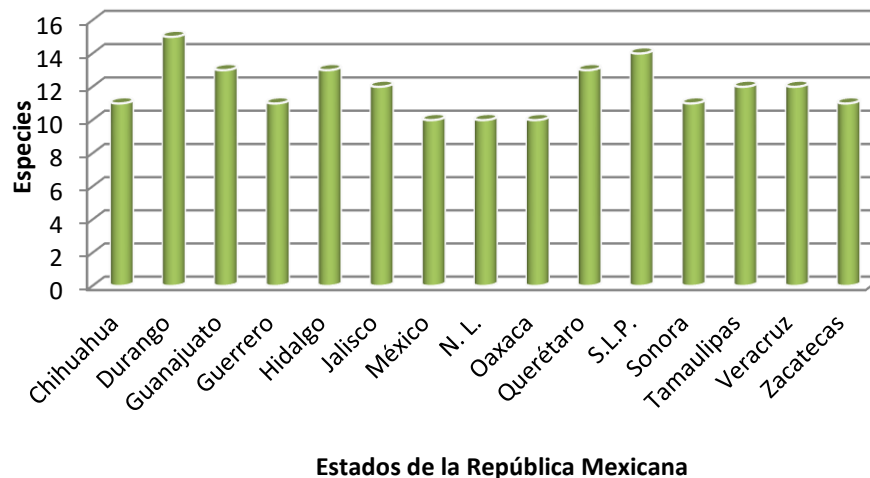
<b>Especie</b>	<b>Nombres comunes</b>
<i>Baccharis angustifolia</i> Michx.	Baccharis, sauce falso, plata, hoja estrecha.
<i>Baccharis glomeruliflora</i> Pers.	Baccharis, plata, Baccharis del sur.
<i>Baccharis halimifolia</i> L.	Baccharis del este, mirto de mar.
<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	hierba manza, hierba del pasmo, hierba del pasmo.

Nota: Tomado de Burrows y Tyrll (2013).

#### 4.3 *Baccharis* en México

Se sabe que en México hay 385 géneros de la familia Asteraceae, conformado por 3,057 especies, de las cuales 31 pertenecen al género *Baccharis* (Figura 3 A y Figura 3 B), (Villaseñor, 2016).

Según el Catálogo de las plantas vasculares nativas de México publicado en 2016 por la Revista Mexicana de Biodiversidad, las plantas del género *Baccharis* se encuentran distribuidas en varios estados del país (Gráfico 1) y algunas de ellas son más comunes que otras (Gráfico 2).



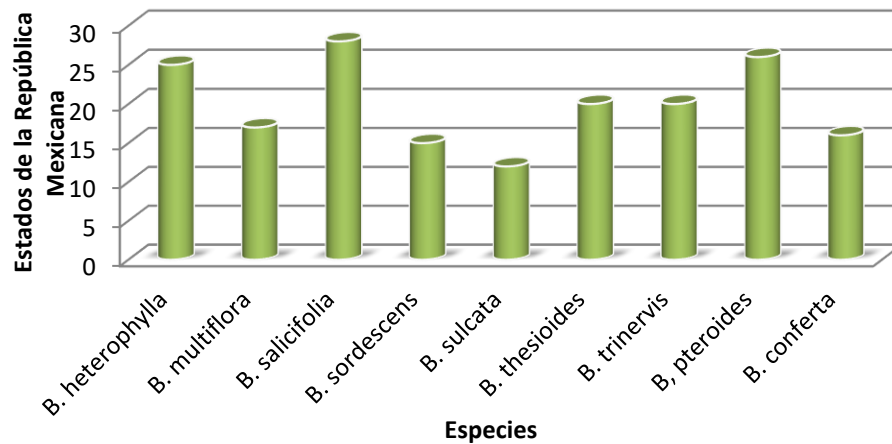
**Gráfico 1:** Estados de la República Mexicana con más especies del género *Baccharis*.  
Nota: Elaborado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).

Estado															
	<i>B. pedunculata</i> (Mill.) Cabrera	<i>B. pteronioides</i> DC.	<i>B. ramiflora</i> A. Gray	<i>B. salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	<i>B. salicina</i> Torr. & A. Gray	<i>B. sarothroides</i> A. Gray	<i>B. sergilooides</i> A. Gray	<i>B. sordescens</i> DC	<i>B. squarrosa</i> Kunth	<i>B. sulcata</i> DC	<i>B. texana</i> (Torr. & A. Gray) A. Gray	<i>B. thesioides</i> Kunth	<i>B. trinervis</i> (Lam.) Pers.	<i>B. wrightii</i> A. Gray	<i>B. zamoranensis</i> Rzed
Aguascalientes															
Baja California															
B. C. Sur															
Campeche															
Chiapas															
Chihuahua															
C. de México															
Coahuila															
Colima															
Durango															
Guanajuato															
Guerrero															
Hidalgo															
Jalisco															
México															
Michoacán															
Morelos															
Nayarit															
Nuevo León															
Oaxaca															
Puebla															
Querétaro															
Quintana Roo															
S. L. P.															
Sinaloa															
Sonora															
Tabasco															
Tamaulipas															
Tlaxcala															
Veracruz															
Yucatán															
Zacatecas															

**Figura 3 A:** Distribución de 15 especies de *Baccharis* en los 32 estados de la República Mexicana.  
 Nota: Elaborado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).

Estado																
	<i>B. bigelovii</i> A. Gray	<i>B. brachyphylla</i> A. Gray	<i>B. brevipappa</i> (McVaugh) G.L. Nesom	<i>B. conferta</i> Kunth	<i>B. crassicuneata</i> G.L. Nesom	<i>B. dioica</i> Vahl	<i>B. erosicola</i> Rzed	<i>B. glandulifera</i> G.L. Nesom	<i>B. heterophylla</i> Kunth	<i>B. lancifolia</i> Schtdl	<i>B. macrocephala</i> Sch. Bip. Ex Greenm	<i>B. mexicana</i> Cuatrec	<i>B. multiflora</i> Kunth	<i>B. neglecta</i> Britton	<i>B. occidentalis</i> S.F. Blake	<i>B. palmeri</i> Greenm.
Aguascalientes																
Baja California																
B. C. Sur																
Campeche																
Chiapas																
Chihuahua																
C. de México																
Coahuila																
Colima																
Durango																
Guanajuato																
Guerrero																
Hidalgo																
Jalisco																
México																
Michoacán																
Morelos																
Nayarit																
Nuevo León																
Oaxaca																
Puebla																
Querétaro																
Quintana Roo																
S. L. P.																
Sinaloa																
Sonora																
Tabasco																
Tamaulipas																
Tlaxcala																
Veracruz																
Yucatán																
Zacatecas																

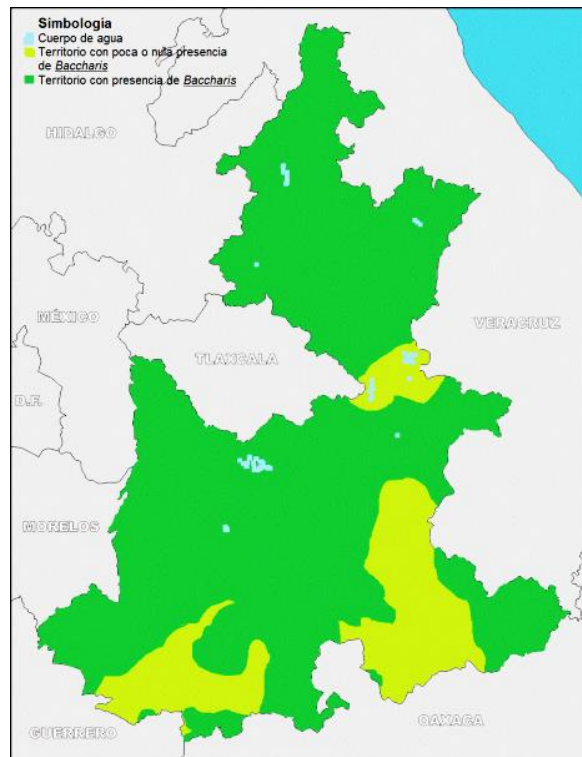
**Figura 3 B:** Distribución de 16 especies de *Baccharis* en los 32 estados de la República Mexicana.  
 Nota: Elaborado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).



**Gráfico 2:** Especies de *Baccharis* más comunes en estados de la República Mexicana.  
 Nota: Elaborado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).

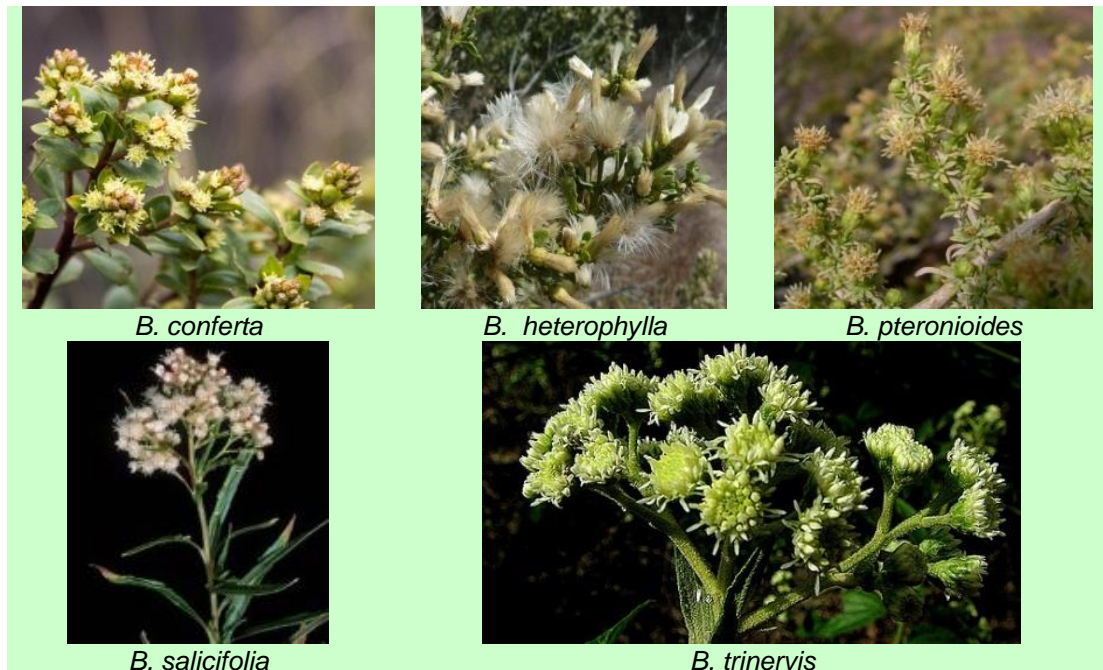
#### 4.3.1 *Baccharis* en el estado de Puebla

En la República Mexicana, Puebla es uno de los ocho estados que contribuye con la mayor cantidad de familias de plantas vasculares; de las 23 314 especies, 5 232 se encuentran en el estado. El territorio poblano posee mayormente un clima templado-húmedo, lo cual permite el crecimiento de 9 especies de género *Baccharis* (Figura 4 y 5), (Villaseñor, 2016).



**Figura 4:** Distribución del género *Baccharis* en el estado de Puebla.  
 Nota: Modificado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).





**Figura 5:** Algunas especies de *Baccharis* que crecen en el estado de Puebla.  
 Nota: Información obtenida de Villaseñor (2016).

#### 4.4 *Baccharis salicifolia*



**Figura 6:** Flores de *Baccharis salicifolia*.

Nota: Fotografías de Thalía Serrano Munguía, Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin, (2015-2016).  
 \*El Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin, (2015-2016) es de propia autoría; las palabras Xa makan maktakalnánin se refieren a "antiguos guardianes" según los hablantes de totonaco en la Sierra Norte de Puebla.

#### 4.4.1 Sinonimia

A la especie *B. salicifolia*, en el sur de México, le llaman azumiate (BDMTM, 2009). En el resto de los estados de la República tiene los siguientes nombres:

- bacante pegajoso
- chilca
- chilca blanca
- hierba del carbonero
- motita de agua
- sauce de agua
- chamiso
- chilca negra
- chilca amarga
- jara
- mula grasa
- jara amarilla

#### 4.4.2 Sinonimia científica

En la Tabla 3 se muestra la sinonimia científica de la especie *B. salicifolia*.

**Tabla 3**  
*Sinónimos de B. salicifolia (Ruíz & Pavón) Pers.*

<i>B. caerulescens</i> DC.	<i>B. lanceolata</i> Kunth
<i>B. corymbosa</i> Meyen	<i>B. longipes</i> Kunze ex DC.
<i>B. fevillei</i> DC.	<i>B. marginalis</i> DC.
<i>B. calliprinos</i> Griseb.	<i>B. mirabilis</i> Heering
<i>B. iresinoides</i> Kunth	<i>B. pallida</i> Heering
<i>B. chilquilla</i> DC.	<i>B. parviflora</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
<i>B. kraussei</i> Heering	<i>B. striata</i> Ruiz & Pav.
<i>B. cuervi</i> Phil.	<i>Molina salicifolia</i> Ruiz & Pav.
<i>B. araucana</i> Phil.	<i>Pingraea marginalis</i> (DC.)

*Nota:* Información obtenida de Missouri Botanical Garden (2017).

#### 4.4.3 Taxonomía

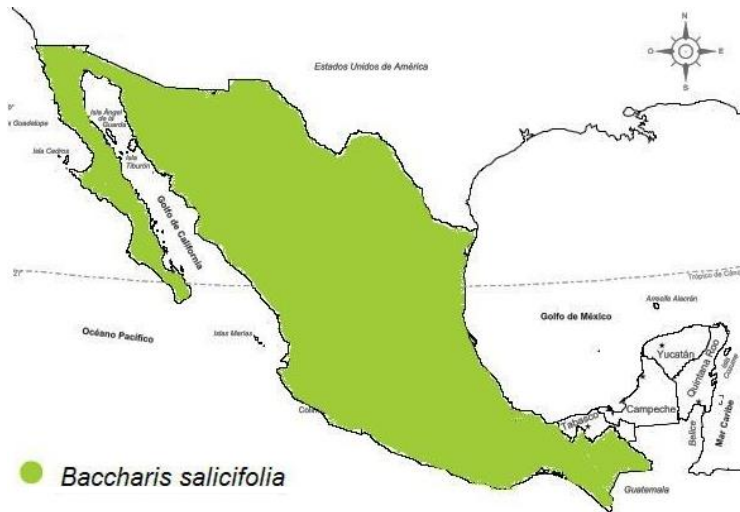
**Tabla 4**  
*Clasificación taxonómica de B. salicifolia*

Reino	Plantae
Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnoliidae
Superorden	Asteranae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Baccharis</i>
Especie	<i>salicifolia</i> (Ruíz & Pav) Pers.

*Nota:* Información obtenida de TROPICOS (2017).

#### 4.4.4 Distribución geográfica

Planta perenne y nativa del Continente Americano. Se encuentra desde el Suroeste de Estados Unidos hasta Sudamérica contemplando Chile, Argentina y se registra en varios estados de la República Mexicana (Figura 7).

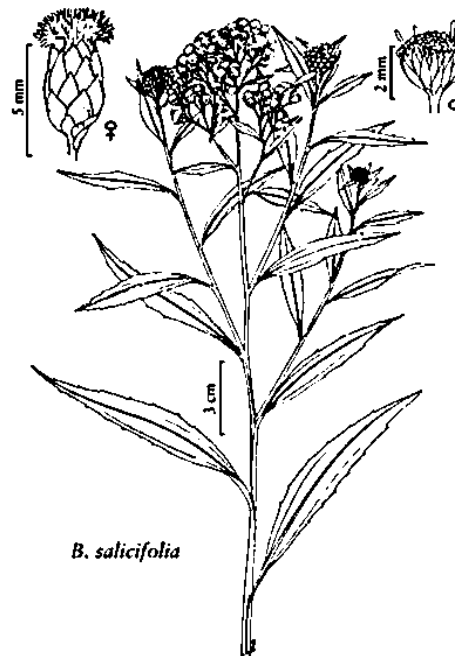


**Figura 7:** Distribución geográfica de la especie *B. salicifolia* en la República Mexicana.  
 Nota: Modificado por Thalía Serrano Munguía. Información obtenida de Villaseñor (2016).

#### 4.4.5 Hábitat y fenología

Está presente en climas semicálido y templado-húmedo principalmente, desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm. Crece en orillas de caminos, parcelas, arroyos y ríos, así como en bosques abiertos. La planta florece principalmente entre marzo y octubre, aunque en el Occidente de México tiende a florecer entre julio y enero.

#### 4.4.6 Descripción



**Figura 8:** Ilustración de *Baccharis salicifolia*.  
 Nota: Tomado de Flora of North America (2008).

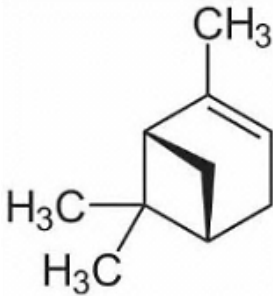
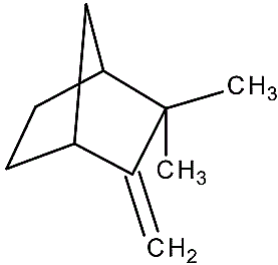
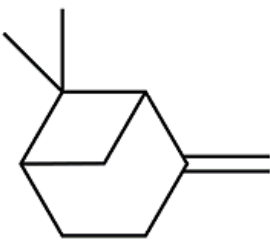
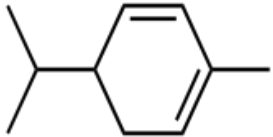
Es un arbusto de 80 a 200 cm de altura en promedio, aunque pueden alcanzar un tamaño de hasta 400 cm; el follaje presenta una ligera capa de resina, que le proporciona una sensación pegajosa. Sus tallos son cilíndricos con una coloración verde a marrón. Las hojas son de forma lanceolada elíptica, ligeramente falciformes (en forma de hoz) que se asemejan a las del sauce (de ahí su nombre científico). Inflorescencias femeninas y masculinas de color blanquecino (Figura 8).

#### 4.4.7 Composición

*B. salicifolia* produce una resina compuesta por flavonoides como: acetina, apigenina, crisina, el éter-3-metilico de camferol, penduletina, pinocembrina, los éteres 3'-metilico y 3',4'-dimetilico de luteolina, y quercetina; así como, sus éteres 3'-4'-dimetilico y 3-3'-4'-trimetilico (BDMTM, 2009).

El aceite esencial está compuesto por:  $\alpha$ -pineno ( $6.6 \times 10^{-4}\%$ ), canfeno ( $8.2 \times 10^{-4}\%$ ),  $\beta$ -pineno ( $4.06 \times 10^{-3}\%$ ),  $\alpha$ -felandreno (0.0272%), guaiadieno (5.176%), germacreno-D (6.6%) y germacrona (17.85%), (Tabla 5), (Carrizo, Ponzi, Ardanaz, Tonn y Donadel, 2009).

**Tabla 5**  
*Compuestos químicos presentes en el aceite esencial de B. salicifolia*

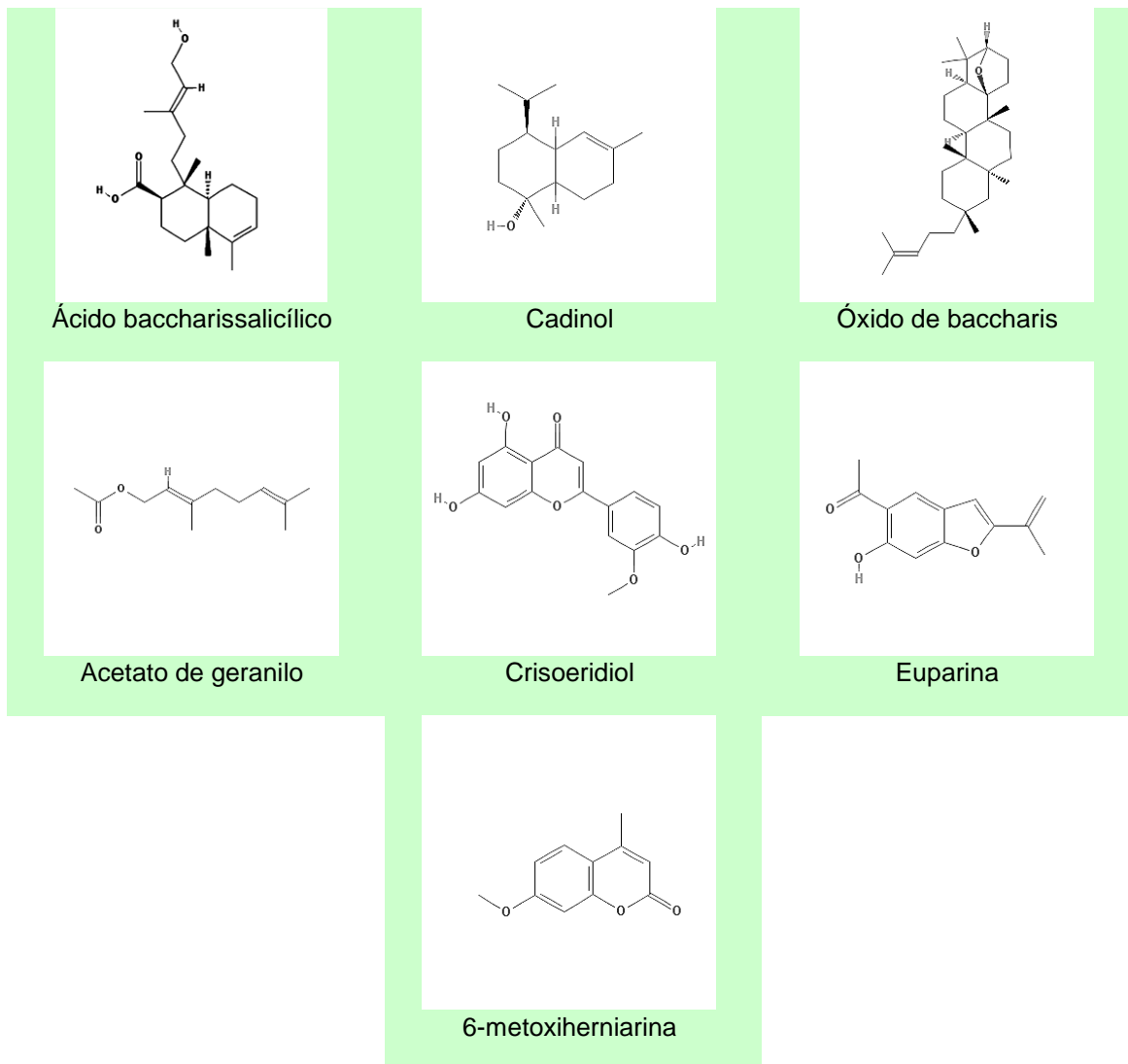
Nombre	Estructura química	Nombre	Estructura química
$\alpha$ -pineno		Canfeno	
$\beta$ -pineno		$\alpha$ -felandreno	

*Nota:* Información obtenida de Carrizo et al. (2009).

De la parte aérea de *B. salicifolia* se ha identificado diterpenos como el ácido bacchasalicílico y algunos derivados como su acetato y xilopiranósido; sesquiterpenos como la bisabolona, cadinol, germacradieno, germacrona, entre otros. Triterpenos como el óxido de baccharis, friedelina, epifriedelanol y ácido oleanólico. Monoterpenos como el acetato de geraniol. Los flavonoides crisoeriol, eriodictiol, 3-4'-5-7-tetrahidroxi-3'-metoxi: 3-0-acetato-flavona, pinocembrina, entre otros. Compuestos heterocíclicos

como la cistifolína, enecalína, euparina, sonrol; y la cumarina 6-metoxi-herniarína (BDMTM, 2009).

En la Figura 9 se muestra las estructuras de algunos de estos compuestos.



**Figura 9:** Estructuras químicas de compuestos presentes en *Baccharis salicifolia*.

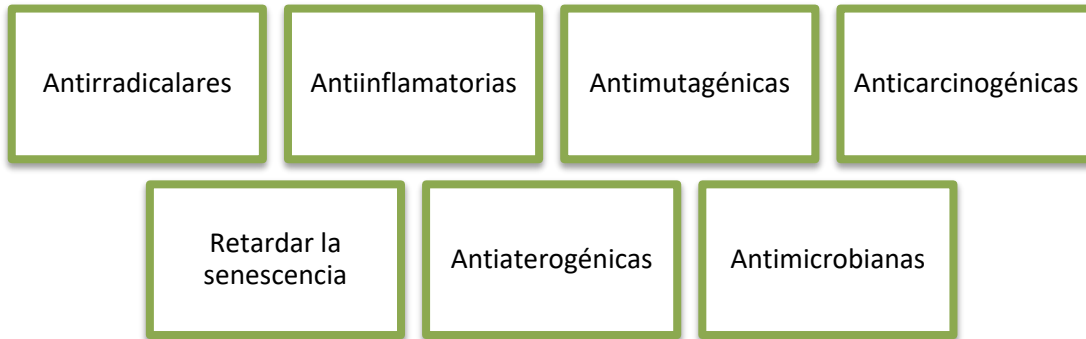
Nota: Imágenes tomadas de PubChem (2017).

## 4.5 Polifenoles

Los compuestos fenólicos proceden de dos grandes vías:

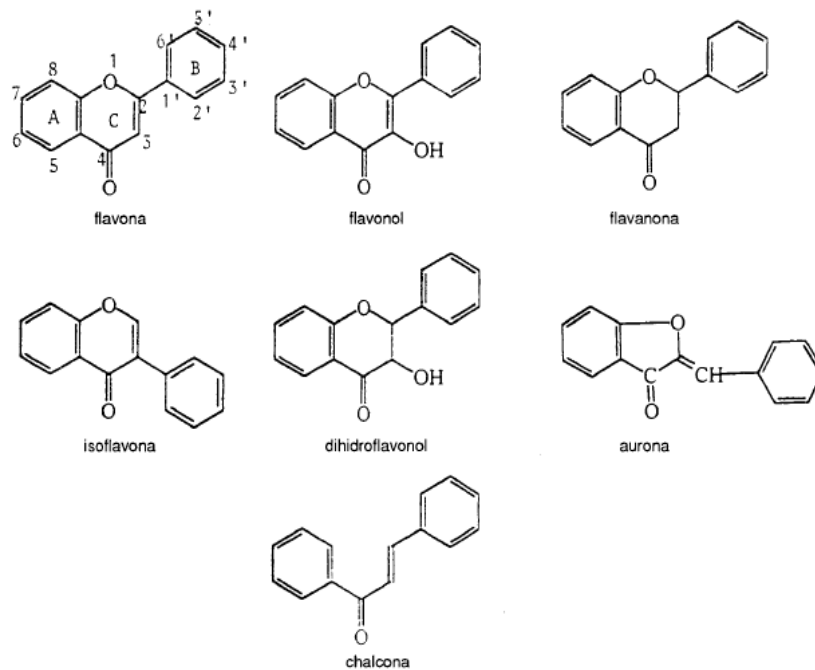
La vía shikimato, donde se forman ácidos benzoicos, acetofenonas, lignanos, ligninas, cumarinas, etc.; la otra vía parte del acetato, donde se forman cromonas, isocumarinas, lorcinoles, dépsidos, depsidonas, xantonas, quinonas, etc. (Bruneton, 2001).

Los polifenoles son un conjunto de moléculas con cualidades relevantes, ya que comparten como característica estructural la presencia de uno o más grupos hidroxilo unidos a uno o más anillos bencénicos, los cuales los proveen de diferentes propiedades terapéuticas (Figura 10):



**Figura 10:** Cualidades relevantes de los polifenoles.

*Nota:* Información obtenida de Maureen y Prieto (1999).

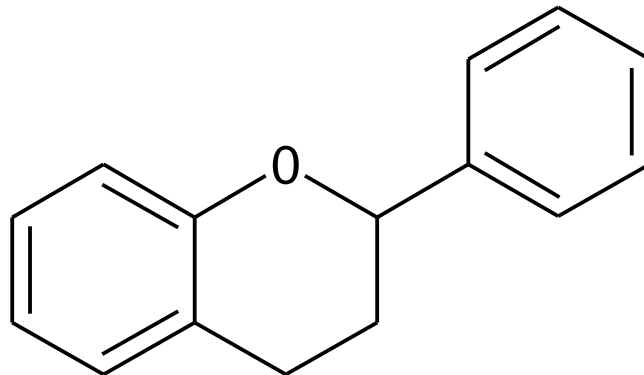


**Figura 11:** Principales estructuras básicas de polifenoles.

*Nota:* Tomado de Martino (2000).

Estas propiedades se deben principalmente a que los polifenoles poseen la propiedad de ser antioxidantes, estas sustancias a bajas concentraciones reducen, retrasan significativamente o previenen la oxidación de un sustrato, además inactivan radicales libres o inhiben su producción, impidiendo así deterioro en las células, lo cual se debe a que estos compuestos ceden un electrón al radical libre, oxidándose y transformándose en un radical libre débil que es inofensivo (Ordoñez et al., 2012).

Los polifenoles pueden tener al hidroxilo libre o ligado a otra función éter, éster y heterósido (Figura 11), (Maureen y Prieto, 1999). El grupo más abundante de polifenoles son los flavonoides (Figura 12), los cuales se caracterizan por tener una estructura C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, es decir un anillo aromático (procedente de la ruta del acetato-malonato) unido a una cadena propánica que a su vez se une a otro anillo aromático (procedentes de la ruta del ácido shikimico), (Harborne y William, 2000).



**Figura 12:** Estructura base de los flavonoides.  
 Nota: Tomado de Harborne y William (2000).

#### 4.5.1 Polifenoles y el género *Baccharis*

Se ha determinado que en general, la mayor cantidad de polifenoles en el género *Baccharis*, se localizan en las hojas de las plantas (Tabla 6), (Agudelo et al., 2016).

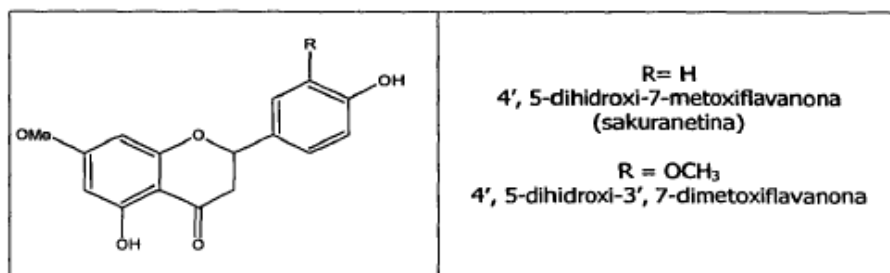
**Tabla 6**  
 Algunos compuestos encontrados en el género *Baccharis*

Nombre	Estructura química	Nombre	Estructura química
Rutina		Acacetina	
Apigenina		Eriodictiol	

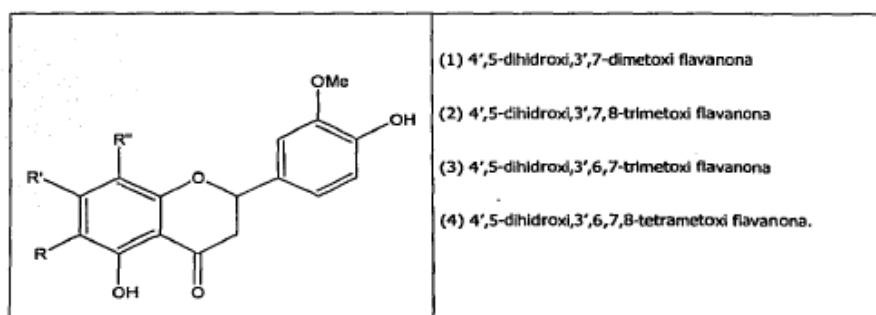
Nota: Información obtenida de Agudelo et al. (2016).

Se han aislado en total 6 flavanonas de *Baccharis salicifolia* que se muestran a continuación:





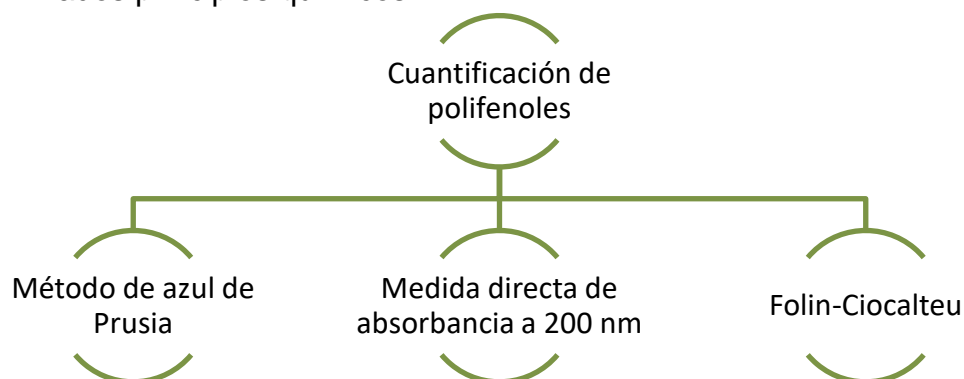
	1	2	3	4
R	H	H	OMe	OMe
R'	OMe	OMe	OMe	OMe
R''	H	OMe	H	OMe



**Figura 13:** Flavanonas aisladas de *B. salicifolia*.  
Nota: Tomado de Domínguez (2002).

#### 4.5.2 Cuantificación de polifenoles

Para cuantificar polifenoles hay diversos métodos espectrofotométricos que se basan en determinados principios químicos.



**Figura 14:** Métodos para determinar compuestos fenólicos.  
Nota: Información obtenida de Avella, Ortiz y Mendoza (2008).

#### 4.5.3 Método de Folin-Ciocalteu

Se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reaccionan con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico.



La transferencia de electrones a pH básico reduce los complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico en óxidos, cromógenos de color azul intenso, siendo proporcional este color al número de grupos hidroxilo de la molécula (Avella et al., 2008).

## 4.6 Bioética y la experimentación

La bioética se define como el estudio sistemático, de la conducta humana en el ámbito de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, examinada con valores y principios morales (Kottow, 2005).

Durante mucho tiempo se han usado a las plantas y a los animales considerándolos en la mayoría de los casos sólo para el beneficio del hombre, de tal suerte que no se ha tenido el cuidado suficiente para su conservación. En las investigaciones actuales, además de obtener nuevos conocimientos, se intenta tomar en cuenta el bienestar de los pacientes y todos los individuos involucrados como son, las plantas y los animales, ya que se considera que una ética antropocéntrica no es el mejor camino para seguir disfrutando de todos estos recursos.

### 4.6.1 Las plantas y los lineamientos de preservación

Desde una visión antropocéntrica se considera que hay recursos naturales ilimitados para servir a los seres humanos. Esta concepción sobre el uso desmedido de la naturaleza ha traído como consecuencia una explotación irracional de los recursos naturales, entre ellos, las plantas (Castro, Cruz y Ruiz, 2009).

Según la OMS (2003), las prácticas de recolección (Figura 15), se deben realizar garantizando la supervivencia a largo plazo de las poblaciones silvestres y de los hábitats.



**Figura 15:** Lineamientos de preservación de plantas medicinales.

*Nota:* Estructurado por y fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016). Información obtenida de Castro et al. (2009).

#### 4.6.2 Los animales y los lineamientos bioéticos

La experimentación con animales se define como una actividad que tiene como misión evidenciar o aclarar fenómenos biológicos sobre especies animales determinadas. No obstante, también es toda acción de carácter científico o experimental que pueda llegar a suponer un ataque al estado de bienestar del animal, susceptible de causarle dolor, sufrimiento, angustia o agravio; por lo que interviene la bioética (Boada, Colom y Castelló, 2011).

Desde antes de Cristo y hasta el siglo XVII, los animales de experimentación constituían los principales instrumentos de investigación, hecho que continuó durante todo el siglo XVIII; en el que se tenía la idea de que eran seres inferiores incapaces de sentir dolor.

En el siglo XIX surgió un movimiento que estaba en contra de la experimentación en animales conscientes (Hudson et al., 2007) y el interés en esta nueva perspectiva ética, dio origen a que se tomaran en cuenta técnicas humanitarias basadas en las tres "R", las cuales se centran en buscar el bien, siempre que sea posible:

- **Reemplazar** a los animales vivos utilizando metodologías que incluyan materiales insensibles
- **Reducir** el número de animales usados
- **Refinar** las técnicas para abatir el dolor y sufrimiento

##### 4.6.2.1 Animales de experimentación

Entre los animales más usados se encuentran los siguientes:

- Roedores: ratón y rata
- Lagomorfos: liebres y conejos
- Animales de granja: ovejas, cerdos y aves

Cabe señalar que los animales de laboratorio representan un elemento fundamental en el desarrollo de importantes avances en la prevención y tratamiento de las enfermedades transmisibles y no transmisibles.

El ratón es el más conocido y utilizado en la mayor parte de las experiencias *in vivo* de biología y medicina, es en general el modelo elegido para conocer la reacción de un organismo mamífero frente a una agresión, una intoxicación o una infección experimental (parasitaria, bacteriana o vírica); reacciones o trastornos inmunológicos, oncología, teratología y embriología.

Muchos investigadores consideran al ratón como un modelo animal casi perfecto porque además de su corto tiempo generacional, alta performance reproductiva y fácil mantenimiento, son los animales más sofisticados que pueden ser utilizados por los

investigadores. La rata ocupa el segundo lugar, es utilizada además en investigaciones nutricionales, comportamentales y endocrinológicas (Hernández, 2006).

#### **4.6.2.2 La estandarización de los animales de experimentación**

Los animales que son usados en la experimentación se consideran reactivos biológicos, que se definen como animales en función del tema de estudio, que dan una respuesta fiable y reproducible, siendo su uso no en vano (Boada et al., 2011).

Se debe considerar una homogeneidad como la siguiente, para obtener animales estandarizados:

- Homogeneidad somática: Igualdad de peso, talla y sexo
- Homogeneidad genética: Obtenida por una tasa de consanguinidad elevada
- Homogeneidad sanitaria: Evitar posibles perturbaciones debidas a estados patológicos no deseados

#### **4.6.2.3 Métodos alternativos**

El uso de animales es fundamental para el desarrollo de investigaciones, ya que para garantizar la máxima calidad y seguridad de los resultados, es necesario probarlos en organismos vivos, pero desde hace más de 50 años, se han creado e implementado métodos alternativos en respuesta a la necesidad de reducir el número de animales y anteponer su bienestar (Victoria y Morón, 2010).

Las opciones alternativas al uso de animales en la práctica son las siguientes:

- Evitar la repetición innecesaria de experimentos
- Modelos matemáticos de predicción
- Mejoras en el diseño de los estudios en animales
- Uso de organismos inferiores no protegidos (bacterias, hongos, algas y bioensayos con animales invertebrados)
- Uso de embriones de vertebrados
- Métodos *In vitro*

Lo anterior es importante debido a que en las pruebas de toxicidad, en lugar de utilizar un número mayor de animales se pueden utilizar diferentes especies como son:



**Figura 16:** Clasificación de especies en bioensayos.

*Nota:* Información obtenida de Castro y Alzate (2008).

## 4.7 Bioensayo con *Artemia franciscana*

La artemia es un crustáceo que ha sido usado durante años como modelo para realizar investigaciones de análisis de residuos y pesticidas, entre otros.

Los quistes de *A. franciscana* pueden obtenerse fácilmente y al ser eclosionados, se obtienen grandes cantidades de nauplios, lo que permite su uso para comprobar la actividad biológica en extractos de fuentes naturales.

El bioensayo en artemia se basa en la premisa de que los compuestos bioactivos son tóxicos a altas dosis y la letalidad en un organismo simple puede ser utilizada para detectar y guiar el fraccionamiento de los extractos.

Este bioensayo se caracteriza principalmente por ser de bajo costo, no requiere condiciones estériles de trabajo, es relativamente rápido y no utiliza medios de cultivo (Castro y Alzate, 2008) y se utiliza en la investigación de:

- Fuente de toxicidad en mezclas de compuestos químicos y muestras ambientales
- Toxicidad aguda
- Estudios de modelos de acción tóxica de sustancias
- Actividad biológica de sustancias diversas
- Fraccionamiento biodirigido para el aislamiento de moléculas

## 4.8 Dolor e inflamación

Muchas de las patologías que sufren los individuos se manifiestan por procesos dolorosos o por la presencia de inflamación, por eso es importante primero definir que son estos dos problemas de salud y después conocer que existen plantas y fármacos que se utilizan ya sea para disminuir o evitar temporalmente esto.

La IASP (International Association for the Study of Pain), define al dolor como: “una experiencia subjetiva compleja compuesta por la sensación real o potencial de daño tisular que se acompaña de un fuerte componente afectivo”, y la mayoría de las veces está asociado a la inflamación (Verdinez, 2015).

El dolor es un proceso complejo y lo podemos clasificar en cuatro categorías, a saber:

1. Fisiológico, asociado a un nivel de inflamación de corta duración.
2. Nociceptivo, está relacionado con la inflamación de larga duración y es generalmente crónico.
3. Neuropático, generalmente crónico, es resultado del daño, compresión o disfunción de los nervios periféricos o del sistema nervioso central (SNC).

Habitualmente, la inflamación está asociada al dolor, pero puede existir dolor sin inflamación, como es el caso del dolor neuropático.

4. Mixto, donde están involucrados diferentes factores; el mejor ejemplo es el dolor asociado al cáncer, que es crónico, permanente y difícil de controlar, donde se ha propuesto la utilización de analgésicos solos o combinados con opiáceos.

La palabra INFLAMACIÓN proviene del latín *inflammare* o *inflammatio* (encender fuego). Es un proceso donde el organismo lucha contra un agente irritante a nivel de los receptores (nociceptores) y se caracteriza esencialmente por dolor, tumor, calor, rubor e impotencia funcional. Los nociceptores son receptores sensibles al daño, actúan como transductores y conducen impulsos nerviosos a través de pequeñas Fibras A-Delta (rápidas, mielinizadas) para el dolor agudo, y Fibras C (lentas, amielínicas) para el dolor crónico, hacia el sistema nervioso central.

Cuando un tejido es dañado, sus células liberan diferentes sustancias que producen dilatación de los vasos sanguíneos y, por consiguiente, mayor aporte de sangre hacia el área diana. Además, en los tejidos afectados, el exudado inflamatorio incrementa la permeabilidad capilar, migración leucocitaria, presencia de citocinas y otros procesos locales que excitan e “irritan” las terminaciones nerviosas, imposibilitando el funcionamiento fisiológico de la región. Todo esto dentro de la llamada cascada del ácido araquidónico: la lesión provoca la liberación de los fosfolípidos (FL) de la membrana celular, estos son transformados por acción de la enzima fosfolipasa A2 en ácido araquidónico (AA). El AA en presencia de la enzima ciclooxigenasa (COX) genera prostaglandinas (PGs). Las PGs excitan las terminaciones nerviosas (nociceptores) desencadenando la sensación de dolor y comenzando el proceso inflamatorio en el sitio de la lesión, donde se liberan otros mediadores tales como bradiquinina, histamina, potasio, óxido nítrico, interleucinas, etc.

La respuesta inflamatoria ocurre con el fin defensivo de aislar y destruir al agente dañino, así como reparar el tejido u órgano dañado; cuando se mantiene de forma crónica hay destrucción de los tejidos locales, siendo difícil el restablecimiento de las funciones perdidas.

La inflamación puede ser de corta duración asociada al dolor fisiológico, pero cuando se mantiene más allá de lo esperado, debe considerarse crónica y es el resultado de la irritación de la neurona a nivel de los receptores por un tiempo prolongado, con períodos de mayor o menor intensidad. En tal estado es necesario un tratamiento eficaz, evitando efectos secundarios.

Se puede definir que cuando existe una irritación neuronal del nociceptor, la expresión clínica es la inflamación; aquí las interleucinas son el factor más importante en su evolución, mientras que a nivel del sistema nervioso central, el disturbio es sináptico y está modulado en gran medida por los niveles del glutamato, neurotransmisor excitatorio y las  $\beta$ -endorfinas, con gran potencia analgésica, que juegan un papel

importante en su control; la manifestación clínica es el dolor (neuropático), (Verdinez, 2015).

#### 4.8.1 Clasificación de modelos de dolor

Bajo el título de modelos de dolor agudo encontramos a los modelos que utilizan un estímulo físico o químico que tienen como objetivo determinar una latencia de respuesta por parte del animal ante dicho estímulo y tienen un desarrollo temporal breve (Tabla 7).

**Tabla 7**  
*Clasificación de los modelos de dolor*

<b>Estímulo térmico</b>	<b>Estímulo mecánico</b>	<b>Estímulo eléctrico</b>	<b>Estímulo químico</b>
Test de la placa caliente	Test de presión en la pata	Test de estimulación eléctrica en la cola	Test del ácido acético
Test de retirada de la cola	Test de presión en la cola		Test de la formalina
Test de inmersión de la cola en agua caliente			

*Nota: Información obtenida de Ortega, Roca y Micó (2002).*

#### 4.8.2 Criterios ideales de los modelos de dolor

Dado que los modelos animales son utilizados constantemente, deberán cubrir la mayoría de las siguientes características para ser implementados:

- Tener utilidad clínica
- Cuantificable
- Reproducible
- Coherencia
- Estar validado
- Ético

Las consideraciones éticas son de importancia en el uso de animales como modelos experimentales, siendo fundamental tomar en cuenta lo siguiente:

- Justificación del trabajo
- Procedimiento adecuado
- Duración e intensidad del estímulo
- Número de animales

#### 4.8.3 Características y comparación de los estímulos de dolor

Las fuentes de estímulos térmicos usadas regularmente tienen un bajo poder calórico, lo que produce un lento calentamiento de la piel y hace que las neuronas no se activen de forma sincronizada y por ende, no se produzca una respuesta nociceptiva adecuada. Por ello los sistemas que concentran la energía y producen un estímulo delimitado en una pequeña zona de la piel, consiguen una respuesta más homogénea en los grupos de animales (Ortega et al., 2002).

La estimulación mecánica puede originar diferentes respuestas en función de la intensidad y duración. También con la utilización de estímulos mecánicos nocivos, se

pueden producir lesiones que van a cambiar las circunstancias en que se realiza la valoración y por ello tienden a ser poco adecuados.

Dependiendo de la intensidad, los estímulos eléctricos también pueden desencadenar un amplio repertorio de respuestas que van desde reflejos espinales, pasando por vocalizaciones y llegando a complejas respuestas como evasión o ataque.

También hay que tener en cuenta que la conducción del estímulo eléctrico depende del grosor de las fibras, por lo que hay que esperar que el estímulo aplicado a la piel comience estimulando las fibras más gruesas para acabar estimulando las fibras más finas que son las responsables de la transmisión nociceptiva hacia la médula espinal (Ortega et al., 2002).

La estimulación química también puede variar en intensidad pero va a producir una estimulación lenta que va a tener una característica especial, que el animal no va a poder evitar dicho estímulo como sucede en los modelos anteriormente referidos.

Entre los modelos de inflamación está la prueba con formalina, donde la primera fase reflejaría un dolor nociceptivo debido a la irritación química de la formalina subcutánea y su segunda fase reflejaría un dolor de origen inflamatorio.

Existe la ventaja de que en el modelo utilizando formalina, se puede relacionar a la inflamación con el dolor y contabilizar de esta forma la disminución o pérdida de ellos, al valorar las veces que el animal lame y sacude la extremidad afectada. Uno de los inconvenientes técnicos de este test es que tiene un periodo de observación largo por cada animal y requiere una gran concentración y paciencia (Ortega et al., 2002).

Otro modelo con estímulo químico es aquel que usa ácido acético para inducir contorsiones abdominales al 1% administrado intraperitoneal descrito por Collier y colaboradores en 1968. Dicho modelo permite una apreciación adecuada de la respuesta antinociceptiva aunque uno de los inconvenientes de dicha prueba es que el animal experimental se tiene que sacrificar posteriormente debido al estrés, esfuerzo y molestias que se le ocasionan (Muñoz, Vergel, Aragón y Ospina, 2009).

Estos modelos son útiles ya que existen una diversidad de sustancias que son obtenidas de plantas o bien son sintetizadas por las diversas industrias farmacéuticas.

#### **4.9 Actividad analgésica y antiinflamatoria de plantas**

Todos los pueblos del mundo han usado las plantas medicinales como recurso terapéutico de diversas afecciones que se manifiestan con dolor e inflamación. Plantas como el árnica, sábila, sauce blanco, entre otras se han utilizado desde tiempos antiguos para el tratamiento de dolor e inflamación y que actualmente se siguen utilizando. De las plantas, como es el caso del sauce blanco, se han aislado moléculas con actividad analgésica como la salicina, que posteriormente, se tomó como base para la síntesis de la aspirina.

Se ha demostrado en estudios con animales que metabolitos secundarios, derivados de plantas, como los salicilatos (salicina) y los flavonoides poseen actividad antiinflamatoria, inhibiendo la acción de la enzima ciclooxigenasa (COX), disminuyendo la formación de los precursores de las prostaglandinas y tromboxanos a partir de ácido araquidónico (Muñoz, 2012).

#### 4.10 Fármacos AINES

Los antiinflamatorios no esteroides (AINES), son un grupo que comparten acciones terapéuticas debido a que tienen diversos efectos de tipo central y periférico, los cuales están mediados por la inhibición de la síntesis de prostaglandinas (Rivera, 2006).

Los AINES ejercen actividad antiinflamatoria a través de la inhibición de la COX-2 en el sitio donde esté presente la inflamación, pero también son capaces de inhibir la COX-1 en tejido gastrointestinal y renal (Pérez, López y Grau, 2002).

Los principales grupos químicos de los antiinflamatorios no esteroideos son:

**Tabla 8**  
*Grupos químicos AINES*

<b>Grupos químicos</b>	<b>Ejemplos</b>
Salicilatos	Ácido Acetilsalicílico
Derivados pirazolónicos	Aminofenazona Fenilbutazona Azaprofazona
Derivados del para-aminofenol	Acetaminofen (paracetamol)
Derivados del ácido acético	Indometacina Sulindaco Glucametacina
Derivados carboxílicos y pirrolpirrólicos	Etodolaco Ketorolaco
Derivados del ácido fenilacético	Diclofenaco Aclofenaco Tolmetina Fenclofenaco
<i>Derivados del ácido n-acetilantranílico</i>	Ácido mefenámico Niflumico Meclofenamico Clonixinato de lisina
<i>Derivados del ácido propiónico</i>	Ibuprofeno Naproxeno Ketoprofeno Flurbiprofeno Fenoprofeno Oxaprozina
<i>Derivados enólicos</i>	Piroxican Meloxican Tenoxican
<i>Grupo naftilalcanonas</i>	Nabumetona

*Nota:* Información obtenida de Pérez et al. (2002).



## 5.0 OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo general:

Evaluar el remedio tradicional elaborado con la planta jarilla de Castilla (*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers) a través de obtener información de campo, efectuar su recolección y la elaboración de su extracto, así como la realización de pruebas fitoquímicas y farmacológicas, para contribuir al estudio de las plantas mexicanas utilizadas en la medicina tradicional de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.

### 5.2 Objetivos específicos:

- Recopilar información directa de los habitantes de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla, para obtener conocimiento sobre las plantas de uso medicinal en la zona, aplicando un cuestionario a los pobladores de la localidad y de este modo conocer la forma de preparación y sus usos tradicionales.
- Clasificar la información obtenida de los habitantes de San Antonio Matlahuacales, a través de la elaboración de una lista de plantas y sus usos, permitiendo identificar aquellas que son utilizadas para contrarrestar el dolor e inflamación.
- Revisar en las fuentes de información los nombres comunes de la planta utilizada, con el fin de establecer aquella que posea la menor investigación en estudios químicos o farmacológicos.
- Diseñar una metodología basada en los principios bioéticos, a través de la búsqueda de pruebas o procesos viables, que se fundamenten en el respeto y cuidado de los organismos utilizados para obtener los resultados de la investigación.
- Identificar botánicamente un ejemplar recolectado en la comunidad de San Antonio Matlahuacales, mediante el estudio de sus estructuras en el Herbario Etnobotánico IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala para conocer la especie en cuestión.
- Plantear las diferentes preparaciones de la planta basadas en los usos tradicionales por los locatarios de San Antonio Matlahuacales, para evaluar las características medicinales que se le atribuyen.
- Comprobar la presencia de polifenoles en los extractos preparados con pruebas coloridas y de precipitación para seleccionarlo como sujeto de estudio.
- Conservar el extracto seleccionado mediante una liofilización para mantener intactas sus propiedades durante la experimentación química y farmacológica.

- Calcular las concentraciones del extracto vegetal liofilizado para utilizarlas en las pruebas de actividad biológica.
- Determinar cómo influye el tamaño de partícula de la materia prima vegetal en la cantidad de polifenoles totales utilizando el método de Folin-Ciocalteu.
- Determinar la concentración letal media del extracto vegetal liofilizado utilizando el bioensayo de *Artemia franciscana* para establecer su toxicidad.
- Determinar la concentración mínima efectiva del extracto liofilizado de *B. salicifolia* utilizando el modelo de formalina en ratones que permita evidenciar el uso tradicional para contrarrestar la inflamación.
- Determinar la concentración mínima efectiva del extracto liofilizado de *B. salicifolia* utilizando el modelo de Writhing (contorsiones abdominales por ácido acético) en ratones que confirme el uso tradicional para aliviar el dolor.

## **6.0 PARTE EXPERIMENTAL**

### **6.1 Plantas medicinales utilizadas en San Antonio Matlahuacales**

Se adquirió información directa por medio de conversaciones con los habitantes de San Antonio Matlahuacales, Puebla con el fin de conocer las plantas medicinales que generalmente utilizan. Se obtuvo una lista de plantas que posteriormente se depuró considerando únicamente las utilizadas para el dolor e inflamación, motivo de este estudio.

### **6.2 Selección del sujeto de estudio**

Para seleccionar la planta de este proyecto de tesis se consideró la lista depurada. Se realizó una búsqueda de información en las principales fuentes, considerando el nombre utilizado por los habitantes y se eligió la que tuviera la menor cantidad de datos químicos y farmacológicos, teniendo como resultado a la planta conocida popularmente como jarilla de Castilla o hierba del golpe.

### **6.3 Recolección de la droga vegetal**

La recolección se efectuó de acuerdo con los lineamientos estipulados por la OMS (2003) en cuanto a preservación del ecosistema y se desarrolló en la localidad de San Antonio Matlahuacales, Puebla en el mes de Agosto de 2015, cuando la planta se encontraba en etapa de floración (Anexo 12.2.7). Se consideró la pertinencia de seleccionar dos ejemplares para su identificación taxonómica.

### **6.4 Identificación botánica**

Los ejemplares herborizados fueron enviados al Herbario IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala para su adecuada identificación botánica.

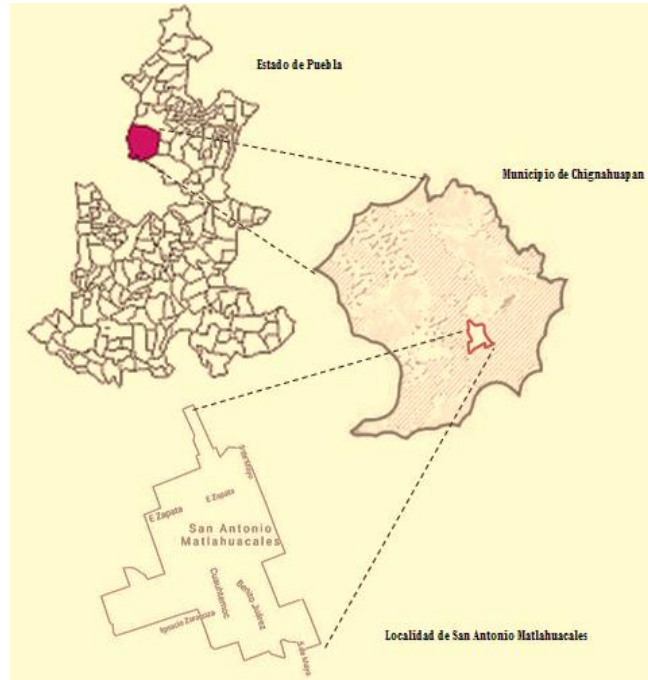
### **6.5 Búsqueda bibliográfica**

Con la información proporcionada por el Herbario IZTA de la FES-I se realizó una nueva búsqueda de información, ahora por nombre científico (*Baccharis salicifolia*) considerando composición química, actividad biológica y usos tradicionales.

### **6.6 Información de campo**

Conociendo la identidad botánica de la planta se utilizó un ejemplar fresco y nuevamente se recopiló información directa de los habitantes de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Puebla (Figura 17). Se consideró a 1066 habitantes, de los que 630 son adultos, de acuerdo con datos reportados por el INEGI (censo de población y vivienda 2010). Se tomó una muestra al azar que representara al 10% de la población adulta. Se mostró un ejemplar de la planta herborizado a cada integrante de la muestra y se le hicieron las preguntas del cuestionario mostrado en el Anexo 12.2.9 con el fin

de investigar el grado de conocimiento e interés que existe en el lugar de la planta en cuestión. Los datos obtenidos se organizaron y analizaron estadísticamente utilizando el software SPSS Statistics 24.



**Figura 17:** Localidad donde se realizó el estudio de campo en la Sierra Norte de Puebla.  
*Nota:* Estructurado por Thalía Serrano Munguía, Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).

## 6.7 Conservación de la droga vegetal

Para su conservación la droga vegetal recolectada se sometió a un proceso de secado natural a la sombra para lo que el material se extendió en una superficie plana protegido del sol y de la luz.

## 6.8 Materiales

### 6.8.1 Equipo

- Balanza analítica PIONEER
- Centrífuga SOL-BAT Mod. 3-12
- Espectrofotómetro UV-Vis Dynamica HALO XB-10/VIS-20
- Liofilizadora LABCONCO LIPTF-L322
- Molino manual ESTRELLA
- Picadora clásica 1,2,3 Moulinex®
- Tamices (Mallas No. 20, 30, 40, 60, 80 y 100)
- Termobalanza OHAUS®, MB45
- Vórtex Genie ®

## 6.8.2 Reactivos

**Tabla 9**  
*Reactivos utilizados*

<b>Tamizaje Fitoquímico</b>				
Disolventes:	Reactivos:		Reactivos de identificación:	
Agua destilada	FeCl <sub>3</sub> (Sigma-Aldrich)	Virutas de	Ácido Ss.	Hager
CHCl <sub>3</sub> (Fermont)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Fermont)	magnesio	Baljet	Liebermann
Etanol (Fermont)	HCl (Fermont)		Börntrager	Mayer
	NaOH (Fermont)	Cal	Wagner	Rosenthaler
			Felhing	Shinoda
			Dragendorff	
<b>Bioensayo con <i>Artemia franciscana</i></b>				
Agua desionizada	Dicromato de potasio (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) (Merck)		NaOH al 5%	
Sal de mar	Hipoclorito de sodio (NaOCl) (Cloralex®)		HCL al 1%	
<b>Cuantificación de polifenoles</b>				
Agua destilada			Reactivo comercial de Folin-Ciocalteu (Hycel)	
Carbonato de sodio anhidro 20% p/v (Merck)			Solución patrón de ácido gálico (Baker, grado reactivo analítico) 0.1 mg/mL	
<b>Prueba farmacológicas con ratones</b>				
Marcado y término de prueba:	Prueba de contorsiones:	Prueba de inflamación en pata:		
Ácido pícrico	Ácido acético 1% V/V (Baker)	Agua destilada		
Éter (Baker)	Agua destilada	Formalina pura (Meyer)		
	Naproxeno ®	Fosfato de sodio dibásico (Na <sub>2</sub> HPO <sub>3</sub> ) (Baker)		
		Fosfato de sodio monobásico (NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O) (Baker)		
		Indometacina ®		

## 6.9 Molienda

Se comenzó la trituración en un molino manual y posteriormente, la planta semitriturada (tallos, hojas, flores) se molió en una picadora clásica 1,2,3 marca Moulinex® por un tiempo de 1 minuto.

## 6.10 Obtención de extractos

Se prepararon cinco extractos utilizando una maceración dinámica y decocciones. Estas formas de preparación se propusieron basadas en los datos recopilados en la comunidad.

### 6.10.1 Maceración dinámica

Se pesaron 2.5 gramos de la materia prima vegetal triturada y se agregaron 70 mL de etanol. Se dejaron en agitación constante por 24 horas a temperatura ambiente protegido de la luz.

Posteriormente se centrifugó a 2500 rpm por 15 min, para separar el extracto del marco agotado.

### 6.10.2 Decocciones

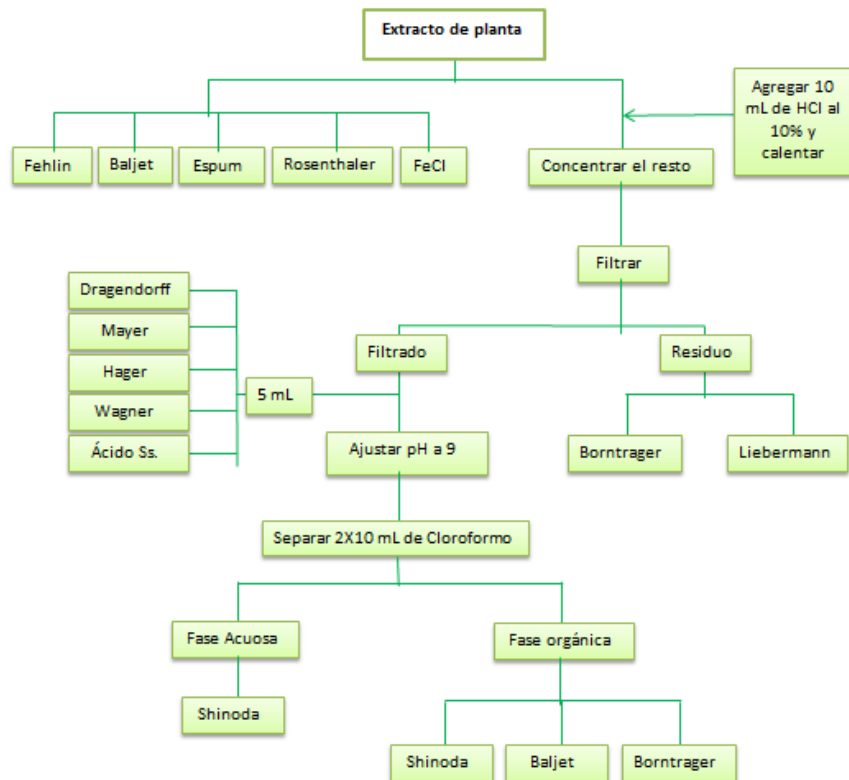
Se prepararon cuatro extractos con las condiciones mostradas en la Tabla 10. Finalizado el tiempo se dejó enfriar y por centrifugación a 2500 rpm por 15 min. Se separó el extracto del marco agotado.

**Tabla 10**  
*Condiciones de preparación de los extractos*

Condiciones	Decocción de la planta	Decocción para obtener nejayote	Decocción de la planta con cal	Decocción tradicional de la planta
Cantidad de muestra	2.5 g de planta	49.94 g de maíz amarillo 0.5 g de cal	2.5 g de planta 0.02 g de cal	3.24 g de planta
Cantidad de disolvente	70 mL de agua destilada	166 mL de agua destilada	70 mL de agua destilada	70 mL de agua destilada / 3 mL de nejayote
Temperatura	86°C	86°C	86°C	86°C
Tiempo	10 minutos	30 minutos	10 minutos	10 minutos

### 6.11 Análisis fitoquímico de los extractos de *B. salicifolia*

Se realizó el análisis fitoquímico de los extractos preparados de *B. salicifolia*, siguiendo la metodología mostrada en la Figura 18. El ensayo se realizó por duplicado.



**Figura 18:** Metodología general del análisis fitoquímico.

## **6.12 Tamaño de partícula**

Se colocaron 100.02 g de la droga vegetal triturada en un conjunto de tamices montados en cascada sobre una plataforma vibratoria durante 20 minutos. El arreglo de tamices fue desde el tamiz más grueso (malla 20) hasta el más fino (malla 100) y utilizándose los siguientes. Mallas No. 20, 30, 40, 60, 80 y 100.

## **6.13 Humedad**

Se determinó el porcentaje de humedad por el método de pérdida al secado para lo que se colocó un gramo de materia prima vegetal en el platillo de una termobalanza. Condiciones preestablecidas por el equipo en un tiempo de 10 minutos. La evaluación se realizó por triplicado.

## **6.14 Liofilización del extracto**

Se seleccionó el extracto que mostró en el análisis fitoquímico un resultado positivo para polifenoles, que fue la preparación tradicional. Para lo que se pesaron 11.79 g de planta triturada y se agregaron 250 mL de agua destilada más 10 mL de nejayote.

Se calentó a una temperatura de 86°C por 10 min. Se centrifugó a 2500 rpm por 15 min. El marco agotado se desechó en el bote de basura y se reservó el extracto.

Los 122 mL de extracto obtenidos se congelaron y posteriormente se liofilizaron para ser conservados en tubos y protegidos de humedad.

## **6.15 Bioensayo de toxicidad aguda en *Artemia franciscana***

### **6.15.1 Eclosión de quistes de *Artemia***

Para la eclosión de los quistes se siguió la metodología que se describe en la Figura 19 (Sánchez, 2015).

El agua de mar artificial se preparó pesando 35 gramos de sal de mar en un litro de agua desionizada, posteriormente se filtró y burbujeó durante 30 minutos. Seguidamente los quistes se hidrataron con agua desionizada durante media hora.

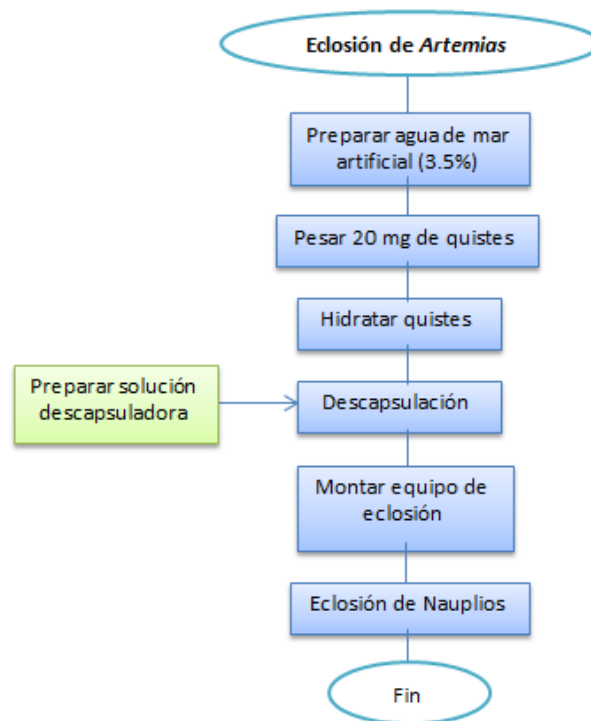
La solución descapsuladora se preparó con 3 mL de hipoclorito de sodio (NaOCl) y 3 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 5%, más 20 mL de agua de mar artificial.

Los quistes hidratados se colocaron en la solución descapsuladora por un periodo de 5 a 8 minutos en agitación constante. Finalizado el tiempo se filtró y enjuagó con agua desionizada. Los quistes se colocaron en una solución de HCl al 1% en un periodo entre 30 a 60 segundos. Se separaron por filtración y se enjuagaron con agua de mar.

Se deja en suficiente agua de mar para trasvasar. Se armó el equipo de eclosión con los siguientes elementos:

- Soporte universal con anillo
- Bomba de aire
- Termómetro
- Lámpara con foco incandescente de 60 W
- Recipiente cónico con agua de mar

Los quistes descapsulados se colocan en el equipo de eclosión; cuidando que la temperatura se mantenga entre 25-30°C. Para el bioensayo se utilizan los nauplios de 24 horas de eclosión.



**Figura 19:** Metodología para la eclosión de nauplios de *Artemia franciscana*.

### 6.15.2 Preparaciones de las concentraciones del extracto a evaluar

Se prepararon 11 diferentes concentraciones del extracto liofilizado entre 100-3000 ppm aproximadamente (Anexo 12.5.1).

### 6.15.3 Evaluación de toxicidad

Cada concentración del extracto liofilizado de *B. salicifolia* se trabajó con 10 nauplios de 24 horas de eclosión en una caja Petri de 5 cm de diámetro. Se cuidó que en cada transferencia de los nauplios no se llevarán más de 0.5 mL de agua de mar en cada proceso.

En el bioensayo se utilizó como control negativo agua de mar (solución de sal marina al 3.5%). Como control positivo se utilizó dicromato de potasio en una concentración de 500 ppm (Anexo 12.5.2). El ensayo se realizó por triplicado. Para determinar la toxicidad aguda se dejó el bioensayo por un tiempo de 24 h.



#### 6.15.4 Criterio para dictaminar vivas o muertas

Las larvas se observaron con un microscopio estereoscópico para ver si presentaban nado errático o superficial. Después de 24 horas, se contaron las larvas muertas en cada concentración. La larva se consideró muerta si no se observaba movimiento de los apéndices durante 10 segundos (Pino y Lazo, 2010).

#### 6.15.5 Cálculo de CL<sub>50</sub>

Se calculó la CL<sub>50</sub> y los intervalos de confianza 95% por el método estadístico Probit con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 24.

### 6.16 Cuantificación de polifenoles

#### 6.16.1 Procedimiento para la curva patrón

Se prepararon los sistemas mostrados en la Tabla 11, todos se llevaron a un volumen final de 10 mL. El procedimiento que se siguió está mostrado en la Figura 20. Cabe señalar que todos los sistemas se protegieron de la luz una vez que se adicionó el reactivo de Folin-Ciocalteu. Cada corrida se llevó a cabo por triplicado.

**Tabla 11**  
*Curva estándar de ácido gálico*

Sistema	B	I	II	III	IV	V	VI
Ac. Gálico (µL) 0.1 mg/mL	0	50	100	200	300	400	500
Agua (mL)	2	2	2	2	2	2	2
Reactivo Folin-Ciocalteu (mL)	1	1	1	1	1	1	1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> al 20 % (mL)	2	2	2	2	2	2	2
Concentración (µg/mL)	0	0.5	1	2	3	4	5

#### 6.16.2 Preparación de extractos

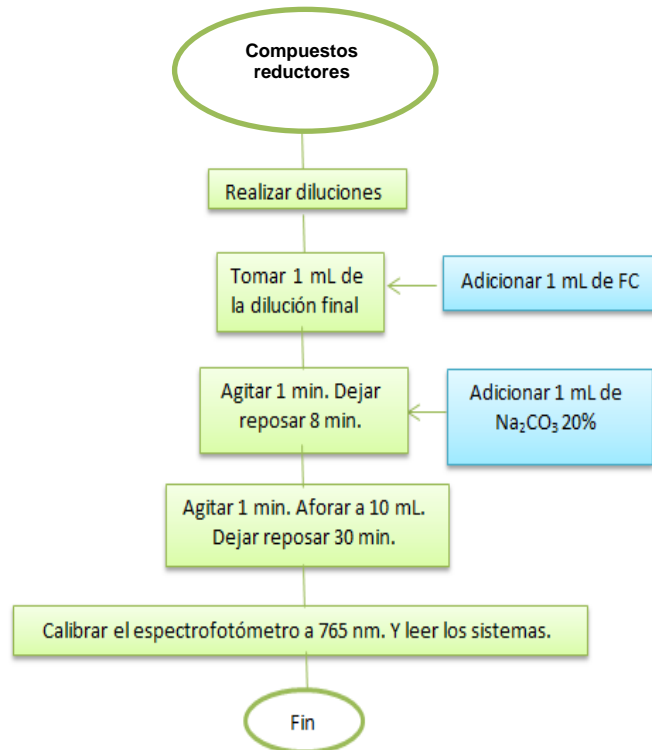
**Tabla 12**  
*Preparación de sistemas de extractos para la cuantificación*

Sistema Extracto	MPV-M30 (g)	MPV-M40 (g)	E. liofilizado (mg)	Disolvente agua (mL)	Cantidad de nejayote (mL)	Tempertura (°C)	Tiempo (min)	Vol./ Fin. (mL)	Dilución Alicuota/aforo (mL)
1	1	-	-	22	-	86	10	15.6	1 en 25 1 en 10
2	1	-	-	22	850	86	30	15.9	1 en 25 1 en 10
3	-	1	-	22	-	86	10	15.8	1 en 25 1 en 10
4	-	1	-	22	850	86	10	16	1 en 25 1 en 10
5	-	-	-	22	850	86	10	15.6	1 en 10 1 en 10
6	-	-	100.5	1	-	25	-	1	1 en 10 1 en 50 1 en 10

Nota: MPV- M: Materia Prima Vegetal-Malla

Se prepararon cinco extractos como se indica en la Tabla 12, utilizando la metodología de separación y conservación antes descrita. Se preparó un sexto con el extracto liofilizado con 100.5 mg de éste disueltos en 1 mL de agua destilada.

### 6.16.3 Determinación de compuestos reductores en muestras



**Figura 20:** Metodología para la cuantificación.

Se extrapolaron las absorbancias leídas de los sistemas, con la ecuación de la recta obtenida con la curva de calibración y se hicieron los cálculos (Anexo 12.6.3) para determinar compuestos reductores en las muestras.

## 6.17 Pruebas de actividad analgésica y antiinflamatoria

Para la actividad analgésica y antiinflamatoria se utilizaron ratones albinos machos proporcionados por el bioterio de la Facultad de Medicina. Se mantuvieron con alimentación *ad libitum* a base de nutricubos a temperatura ambiente durante 20 días, transcurrido ese tiempo se realizaron los modelos para evaluar los efectos farmacológicos del extracto obtenido.

### 6.17.1 Marcado, pesado y distribución de los ratones

Los 40 ratones machos CD-1, de 2 meses de edad, fueron marcados con una solución de ácido pícrico para su identificación en mínimo 2 de las siguientes partes:

**Tabla 13**

*Partes del ratón a marcar y su simbología*

Parte marcada	Simbología	Parte marcada	Simbología
Cabeza	Ca	Pata izquierda	Pi
Mano izquierda	Mi	Pata derecha	Pd
Mano derecha	Md	Cola	Co
Lomo	Lo		

Los ratones fueron pesados (Anexo 12.7.1) y distribuidos en 6 lotes por el método de culebra japonesa (Anexo 12.7.2), dejando 4 de ellos como reserva. El peso promedio de los ratones fue de 33.5 g por animal.

### 6.17.2 Controles

En prueba de inflamación por formalina

Control: agua destilada (20 mL/kg).

Testigo: indometacina (20 mL/kg que corresponde con 7 mg/kg).

En prueba de contorsiones

Control: agua destilada (10 mL/ kg).

Testigo: naproxeno (100 mg/kg).

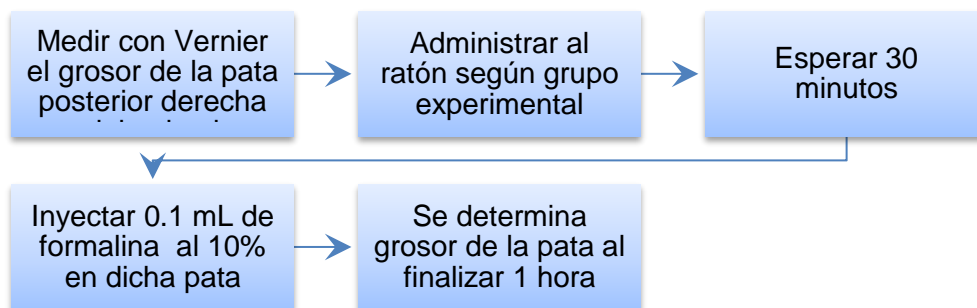
### 6.17.3 Preparaciones de las concentraciones del extracto a evaluar

Las concentraciones del extracto liofilizado que fueron utilizadas en la prueba de inflamación de pata por formalina, corresponden a 600 y 1200 mg/kg por vía oral.

Las concentraciones del extracto liofilizado utilizadas en la prueba de contorsiones abdominales fueron: 200, 400, 600 y 1200 mg/kg por vía oral (Anexo 12.7.3).

### 6.17.4 Pruebas de inflamación en pata

Para las pruebas de inflamación en pata se siguió la metodología de la Figura 21, y también, después de inyectar la formalina se contabilizaron las veces en que se lamió el animal su extremidad cada 5 minutos durante media hora.



**Figura 21:** Metodología para la prueba con formalina.

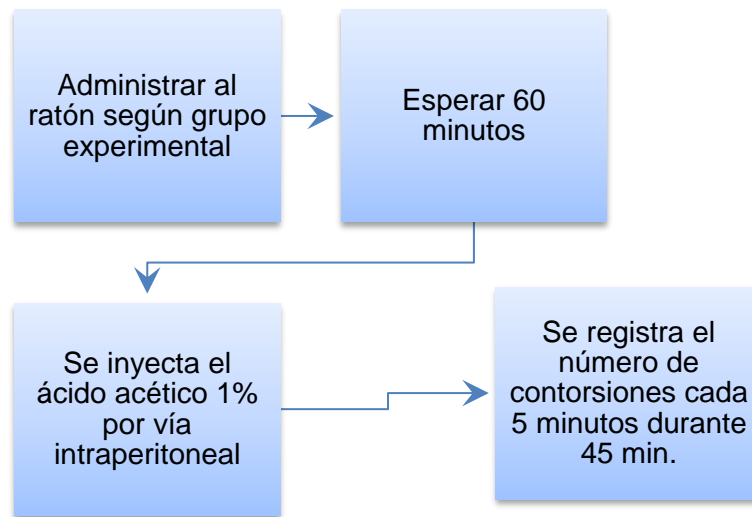
Los resultados obtenidos en los grupos que recibieron extracto, se compararon con los obtenidos en control y testigo permitiendo determinarse el porcentaje de inhibición. Se realizaron cotejos entre las distintas dosis empleadas para establecer diferencias entre ellas con ayuda de ANOVA de un factor con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 24.

#### 6.17.5 Prueba de contorsiones abdominales

Se deja descansar a los animales 7 días para que su cuerpo metabolice tanto el extracto como el control positivo y la solución de formalina administrada evitando así posteriores interferencias.

La administración de ácido acético 1% (Figura 22), se hace conforme al peso (g) de cada ratón, en base a que si pesan menos de 35.6 g se les administra 0.3 mL y si su peso es de 35.6 g o más, la administración será de 0.4 mL.

Se emplea ANOVA de un factor con ayuda del programa IBM SPSS y se calcula el porcentaje de inhibición mediante la reducción en el número de contorsiones en los grupos tratados respecto al control.



**Figura 22:** Metodología para la prueba de contorsiones.

#### 6.17.6 Sacrificio de animales de experimentación

Los animales son sacrificados posteriormente a la prueba de contorsiones abdominales por medio de la inhalación de éter (Ortega et al., 2002).

# 7.0 RESULTADOS

## 7.1 Plantas medicinales utilizadas en la localidad de San Antonio Matlahuacales

Se obtuvo el testimonio directo de 150 informantes de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Puebla. Se realizó de manera aleatoria en la plaza, calles y veredas del lugar. Únicamente se les cuestionó acerca de las plantas que usan y en qué padecimientos.

Los resultados obtenidos de los informantes se encuentran en la lista mostrada en el Anexo 12.1.1, que por su extensión no se consideró pertinente incluirla en este apartado.

### 7.1.1 Plantas con actividad analgésica y antiinflamatoria

Se seleccionaron de la lista únicamente las plantas que de acuerdo con los informantes se utilizan para el dolor y la inflamación.

A continuación se muestra la selección:

- Ajo
- Albahaca
- Árnica
- Betónica
- Canela
- Cebolla
- Cempasúchil
- Zoapatle de Castilla
- Hierbabuena
- Jarilla de Castilla
- Lechuguilla
- Llantén
- Malva
- Manzanilla
- Mastranzo
- Chichicaste
- Clavo
- Epazote del zorrillo
- Gobernadora
- Menta
- Ruda
- Tepozán

### 7.1.2 Búsqueda bibliográfica por nombre común

Como se puede observar la mayoría de las plantas de la selección son de uso común y que además han sido sujeto de innumerables proyectos de investigación.

La búsqueda de información se centró en aquellas en las que se reportan estudios sobre su actividad analgésica y antiinflamatoria. Por lo que se descartó la mayoría de las plantas y la que llamó la atención fue la planta conocida en la comunidad como jarilla de Castilla, de ella se realizó una búsqueda bibliográfica bajo ese nombre y no se encontró información sobre sus actividades farmacológicas.

## 7.2 Recolección de jarilla de Castilla

Jarilla de Castilla (Figura 23), recolectada en un huerto donde crece de manera silvestre en San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla (Tabla 14).

**Tabla 14**  
*Especificaciones de la zona*

Altitud	2512 msnm
Latitud	19°45' 19.001" N
Longitud	98° 4' 54.998" O
Región fisiográfica	Sierra Madre Oriental
Clima predominante	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. Temperaturas de 10°C-16°C.



**Figura 23:** Ejemplar completo de la planta jarilla de Castilla recolectada en San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.

*Nota:* Fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).

### 7.3 Identificación Botánica

Los resultados de la identificación taxonómica (Anexo 12.3.1) de la planta jarilla de Castilla realizada por el Herbario Etnobotánico IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala se muestra en la Tabla 15.

Cabe mencionar que en dicho herbario se dejó en resguardo un ejemplar de la planta.

**Tabla 15**  
*Identificación taxonómica de ejemplar de jarilla de Castilla, obtenida en la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla*

Nombre Científico	Familia	Nombre Popular	No. De registro
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	ASTERACEAE	"jarilla de Castilla"	2513 IZTA

### 7.4 Actividad biológica reportada

Con el nombre científico de la planta jarilla de Castilla se llevó a cabo una investigación bibliográfica con los resultados que se muestran a continuación:

**Tabla 16**

*Información reportada de Baccharis salicifolia*

<b>Actividad biológica reportada</b>	<b>Referencia</b>
Propiedades medicinales contra infecciones, derrames de bilis, salpullido, caídas, <b>golpes y dolor</b> . En general se sabe que le atribuyen cualidades <b>analgésicas, antiinflamatorias, antiespasmódicas, cicatrizantes y vulnerarias</b> .	(Aguilar et al., 2007)
Acciones colerética-colagoga y presentan un importante espectro antimicrobiano, aunque también se ha determinado cierta <b>actividad analgésica y antiinflamatoria</b> .	(Alonso, 2007)
Eficaz como agente antiparasitario al administrar un extracto previamente liofilizado.	(Salazar et al., 2007)
Se ha determinado la <b>capacidad antiinflamatoria</b> de 3 gramos de planta seca por kg de animal.	(González, Villca y Loza, 2007).

### 7.4.1 Estudio de campo

Se mostró un ejemplar fresco de la especie *Baccharis salicifolia* a 63 personas adultas (mayores de 18 años), equivalente al 10% de la población de la localidad de San Antonio Matlahuacales.

#### 7.4.1.1 Grupos etarios

Del total de la muestra, 35 personas fueron del género femenino (55.6%) y 28 del género masculino (44.4%), (Gráfico 3).



**Gráfico 3:** Personas encuestadas agrupadas según su género.

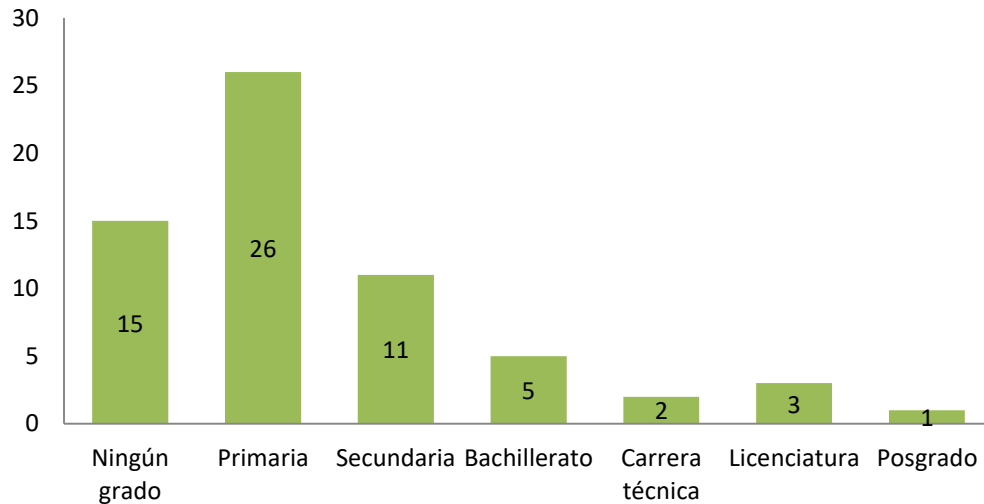
Se concentró a la población en 3 grupos etarios; el grupo de 18 a 39 representa a la población joven (46%), el segundo grupo representa a adultos de 40 a 64 años (31.7%), y el último, a personas ancianas con edad de 65 años o más (22.2%).

#### 7.4.1.2 Ocupación y escolaridad

Las ocupaciones que destacan son: Trabajo independiente 46 %, es decir, no dependen de un patrón (19 campesinos, un cantante, un mecánico, un albañil, un

ganadero, dos torreros y dos comerciantes), amas de casa 40% y dos empleadas de tienda.

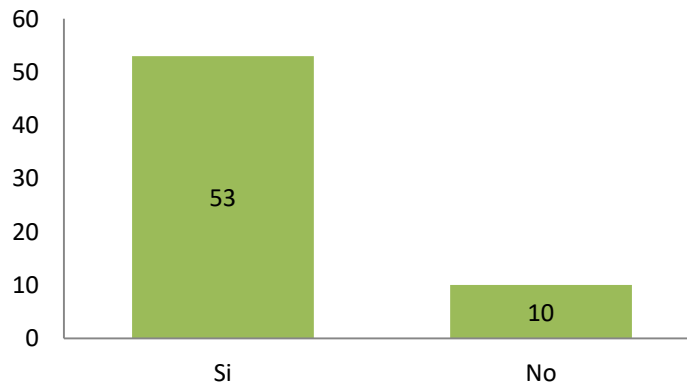
Se logra apreciar que en su mayoría son personas con estudios de primaria, algunos con secundaria, y un poco más del 23% sin ningún grado de escolaridad (Gráfico 4).



**Gráfico 4:** Frecuencia del grado de escolaridad.

#### **7.4.1.3 Reconocimiento de la planta**

Se mostró un ejemplar fresco con todos sus órganos en perfectas condiciones a los informantes. En el Gráfico 5 se muestran los resultados con un 80% que dijeron conocerla y un 20 % que no. Con las personas que no reconocieron la planta se consideró por razones obvias, no continuar con la investigación acerca de la planta.



**Gráfico 5:** Reconocimiento de la planta por la población.

#### **7.4.1.4 Nombres populares**

Se encontró que en la comunidad de San Antonio Matlahuacales, Puebla a la planta *Baccharis salicifolia* se le conoce con los siguientes nombres:

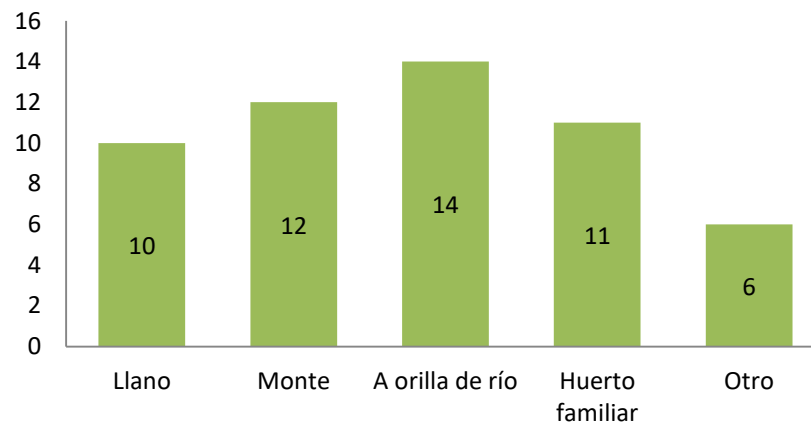


- Hierba del golpe
- Jarilla
- Jarilla cimarrona
- Jarilla de Castilla
- Jarilla pegajosa
- Jarilla real

Estableciéndose como sinonimia popular de la especie en la región referida.

#### 7.4.1.5 Obtención y uso

De acuerdo con los datos obtenidos (Gráfico 6), la planta se obtiene de recolección en regiones como: a orilla de río, monte y llano; así como en huertos familiares (donde crece sin intervención humana) y otros como provincia y a orilla de carretera.



**Gráfico 6:** Lugares de procedencia de la especie *B. salicifolia*.

#### 7.4.1.6 Características de la planta

Los informantes identificaron a *B. salicifolia* por sus características físicas como:

- Flores
- Hojas delgadas
- Consistencia “pegajosa”
- Color siempre verde



**Figura 24:** Tallo y flores dispuestas en racimos de la planta jarilla de Castilla.

Nota: Fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnanin. (2015-2016).

#### **7.4.1.7 Formas de transmisión del conocimiento**

El saber local se puede resumir de la siguiente manera: es indudable que el conocimiento ha pasado de generación en generación; más del 60% de los informantes obtuvieron el saber de sus padres y manifestaron haber ocupado la planta en algún padecimiento. El 30% lo obtuvieron de sus abuelos y el 10% bisabuelos, amigos y suegra.

#### **7.4.1.8 Usos tradicionales de la planta y efectividad**

Las personas participantes, externaron el o los usos que le han dado a la planta. Como se puede observar en la Tabla 17 son muy diversos.

Los términos utilizados se escriben tal y como las personas lo manifestaron.

**Tabla 17**  
*Usos de la especie *B. salicifolia* en la región de San Antonio Matlahuacales*  
**Padecimiento**

Baños post-partos	Curar mamas
<b>Dolor en músculos</b>	<b>Reumas</b>
<b>Dolor en articulaciones</b>	Heridas
<b>Dolor general</b>	<b>Fracturas</b>
<b>Hinchazón</b>	<b>Inflamación de vientre</b>
Bajar la temperatura	Enfriamiento en hueso
<b>Torceduras</b>	Huesos zafados
<b>Golpes</b>	Granitos en la piel
<b>Dolor de huesos</b>	<b>Zonas inflamadas</b>

Se conoce que los padecimientos señalados con letra negra tienen como síntomas dolor y/o inflamación.

Todas las personas que han hecho uso de la jarilla de Castilla aseguraron que la planta cumple la función para la cual la utilizan.

La mayoría de dichas personas aseveraron tener mejoría completa.

#### **7.4.1.9 Partes de la planta utilizadas**

El 76% de la población dice utilizar la parte aérea de la planta (hojas, tallos y flores), sin embargo, un 24% solo usa las hojas.

#### **7.4.1.10 Formas de preparación y vías de administración**

Las formas de preparación son diversas por lo que se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 18**  
*Formas de uso de B. salicifolia en San Antonio Matlahuacales*

<b>Demandas de atención de la medicina tradicional*</b>	<b>Formas de preparación</b>	<b>Forma de administración</b>
Disminuir la fiebre o bajar la temperatura	Mezclar un puño de hojas con media o una cucharada sopera de manteca y depositar la mezcla en un pañuelo	Colocar el pañuelo con la mezcla en el vientre de la persona
Dolor en músculos y articulaciones	Colocar de 4 a 5 ramas (tallos, hojas y flores), si se desea junto con un diente de ajo, en medio litro de alcohol dejando reposar durante mínimo 3 días	Colocar el líquido en un trapo y cubrir la zona afectada
Golpes	Colocar 2 puños de hojas en medio litro de alcohol dejando reposar 2 días cuando menos	Humedecer algodones con el líquido y colocar sobre el área afectada
Golpes	Poner a hervir durante 1 hora las hojas de 8 ramas en un litro de agua.	Tomar como agua de tiempo
Granos en la piel	Colocar las hojas de 4 ramas en 5 litros de agua, hervir durante 30 minutos	Enjuagar la zona afectada o bañar al individuo
Después del parto y curar mamas	Colocar cuando menos 6 ramas en 6 a 20 litros de agua y hervir de 5 a 20 minutos.	Se baña la persona con el preparado
Para curar heridas	Colocar las hojas y tallos de 2 ramas en 2 litros de agua, se hierve durante media hora la preparación	Enjuagar la zona afectada
Para las reumas, zonas inflamadas (hinchazón o torceduras), fracturas, huesos zafados, dolores articulares, musculares, de huesos o vientre	Colocar 3 dedos de la planta agregándole nejayote (de 2 a 3 cucharadas) y en algunos casos vinagre, se coloca la mezcla dentro de una hoja de tamal (opcional), la cual se cierra y se introduce en agua (de medio a 2 litros) con 1 puño de planta extra y se pone a hervir 10 o 15 minutos	Se caldea la zona con el tamalito que contiene planta y nejayote o se coloca la mezcla directamente con las manos

*Nota: \*Término utilizado en la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana UNAM (2009).*

## **7.5 Tamizaje fitoquímico**

De acuerdo con la información obtenida en relación con las formas de preparación se puede resumir que: la planta se utilizó completa, en maceración con alcohol, decocción de la planta (agua) y en combinación con nejayote.

Se consideró conveniente incluir para el análisis fitoquímico la decocción de la planta con cal ya que el nejayote se prepara con ésta (Tabla 19).

**Tabla 19**  
*Tamizaje fitoquímico de los 5 extractos*

Preparación	Maceración de planta	Decocción de la planta	Decocción de planta más nejayote	Decocción para obtener nejayote	Decocción de la planta con cal
Fehling	+++	-	+++	-	++
Baljet	+	++	+	-	-
Rosenthaler	-	-	-	-	-
Espuma	++	++	++	-	+++
FeCl <sub>3</sub>	+++	+++	+++	+++	+++
Liebermann	+++	-	-	-	-
Borntrager	-	-	-	-	-
<b>Alcaloides medio ácido</b>					
Dragendorff	+	+	+++	+++	+
Mayer	+	-	+++	+++	+
Hager	-	+	++	+	-
Wagner	+	++	+++	+++	+
Ácido Ss.	+	-	+	++	+
<b>Fase acuosa (F.A.)</b>					
Shinoda	+	++	+	-	+++
<b>Fase orgánica (F.O.)</b>					
Shinoda	++	+	+++	-	-
Baljet	++	++	-	++	++
Borntrager	-	-	-	+	-

*Nota:* Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. (Rep. por duplicado)

El análisis fitoquímico se efectuó con el propósito de identificar los metabolitos presentes en cada preparación, pero además para identificar en qué preparaciones están presentes los polifenoles, metabolitos secundarios con reconocida actividad antiinflamatoria (Guardia, Rotelli, Juárez y Pelzer, 2001) y analgésica (Galati et al., 1994).

**Tabla 20**  
*Compuestos fenólicos presentes en los extractos*

Prueba	Metabolito	Maceración de planta	Decocción de planta	Decocción tradicional de planta	Decocción para obtener nejayote	Decocción de planta con cal
FeCl <sub>3</sub>	Fenoles	+++	+++	+++	+++	+++
Shinoda F.A.	Flavonoides	+	++	+	-	+++
Shinoda F.O.	Flavonoides	++	+	+++	-	-

*Nota:* Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo-. FA: Fase Acuosa; FO: Fase Orgánica

## 7.6 Tamaño de partícula

**Tabla 21**  
*Determinación de tamaño de partícula de la planta B. salicifolia*

Malla	Peso de malla sola (g)	Peso con planta (g)	Peso retenido (g)
10	293.06	293.06	0
20	381.43	393.74	12.31
30	368.07	418.71	50.64
40	330.62	359.22	28.6
60	421.51	426.96	5.45
80	354.14	356.27	2.13
100	356.91	357.21	0.3
Base	344.55	345.03	0.48
Total	2850.29	2950.2	99.91
Pesado de planta	100.02 g		

## 7.7 Porcentaje de humedad

**Tabla 22**  
*Porcentaje de humedad de B. salicifolia*

Malla	Muestra	Peso (g)	% de Humedad	Promedio
30	1	1.011	6.67	6.68%
	2	1.009	6.65	
	3	1.019	6.72	
40	1	1.006	6.57	6.54%
	2	1.010	6.53	
	3	1.015	6.51	

## 7.8 Bioensayo con *Artemia franciscana*

El extracto seleccionado para evaluar, antes de ser liofilizado tenía como disolvente agua, por lo que, al disolverlo en agua de mar artificial para las diferentes concentraciones, se disuelve totalmente.

### 7.8.1 Evaluación de toxicidad

Para la evaluación de toxicidad se realizó el conteo de artemias vivas y muertas en diferentes concentraciones del extracto de *B. salicifolia* (Tabla 23), así como en control positivo y negativo (Tabla 24).

**Tabla 23**

*Mortalidad de Artemia franciscana después de la exposición de 24 horas*

Concentración (ppm)	Sujetos por ensayo	Ensayo 1 (Muertos)	Ensayo 2 (Muertos)	Ensayo 3 (Muertos)	Total de Muertos
72	10	0	0	0	0
144	10	0	1	0	1
288	10	1	2	2	5
576	10	2	3	4	9
864	10	5	4	3	12
1152	10	6	5	5	16
1440	10	6	7	6	19
1728	10	8	7	6	21
2016	10	6	8	8	22
2304	10	8	9	7	24
2880	10	9	10	9	28

**Tabla 24**

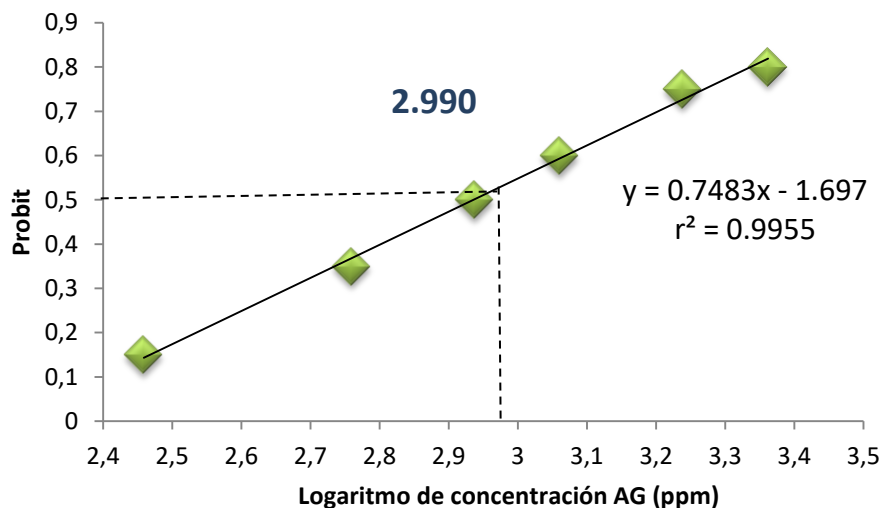
*Mortalidad de Artemia franciscana después de la exposición de 24 horas en controles*

Controles	Sujetos por ensayo	Ensayo 1 (Muertos)	Ensayo 2 (Muertos)	Ensayo 3 (Muertos)	Total de Muertos
Positivo	10	10	10	10	30
Negativo	10	0	0	0	0

### 7.8.2 Determinación de CL<sub>50</sub>

Se realizó el análisis con el programa IBM SPSS Statistics 24, cuyos resultados se muestran en el Anexo 12.5.4 y se determinó la letalidad del extracto en base a los criterios establecidos (Anexo 12.5.3). La CL<sub>50</sub> de *Baccharis salicifolia* es de 976.39 ppm, por lo que posee una letalidad mínima de acuerdo con Sanabria & Sandra (1997).

### 7.8.3 Respuestas transformadas por Probit



**Gráfico 7:** Resultados de análisis Probit del extracto de *B. salicifolia*.

## 7.9 Determinación de compuestos fenólicos

### 7.9.1 Curva de calibración con ácido gálico

La curva de calibración se realizó por triplicado manejando 5 concentraciones diferentes.

**Tabla 25**  
*Concentraciones y absorbancias obtenidas para curva de calibración con ácido gálico*

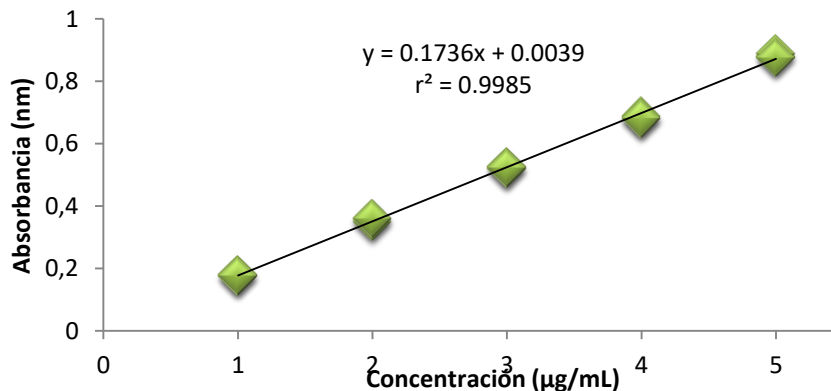
ppm	Concentración	Ensayo 1 (Abs)	A/C	Ensayo 2 (Abs)	A/C	Ensayo 3 (Abs)	A/C
100	1 µg/mL	0.175	0.175	0.181	0.181	0.177	0.177
200	2 µg/mL	0.350	0.175	0.359	0.10	0.361	0.181
300	3 µg/mL	0.527	0.176	0.520	0.173	0.524	0.175
400	4 µg/mL	0.688	0.172	0.680	0.170	0.682	0.171
500	5 µg/mL	0.880	0.176	0.900	0.180	0.877	0.175

Considerando los 3 ensayos se establece lo siguiente:

**Tabla 26**  
*Propiedades estadísticas de relación A/C*

Media	0.1757
Desviación estándar	0.0033
Coefficiente de variación	1.8553

Al graficar las diferentes absorbancias leídas en los tres ensayos realizados se obtiene la siguiente curva de calibración:



**Gráfico 8:** Curva de calibración para determinación de polifenoles.

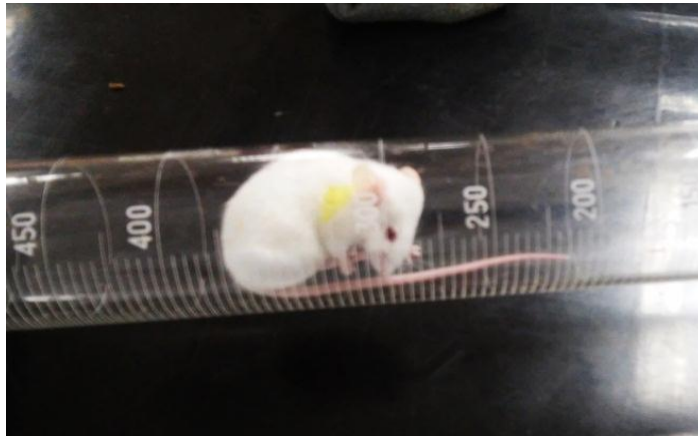
Se determinaron los compuestos polifenólicos en 6 diferentes muestras:

**Tabla 27**  
*Compuestos polifenólicos en 6 diferentes muestras*

Muestra	Absorbancia	Determinación
Nejayote	0.202	3.8383 mg EAG/g de muestra
Planta malla 30	0.571	13.4022 mg EAG/g de muestra
Planta malla 40	0.637	15.2706 mg EAG/g de muestra
Decocción tradicional con planta malla 30	0.695	16.8487 mg EAG/g de muestra
Decocción tradicional con planta malla 40	0.764	18.7275 mg EAG/g de muestra
Liofilizado	0.506	143.8946 mg EAG/g de muestra

## 7.10 Pruebas de actividad terapéutica

### 7.10.1 Prueba de inflamación en pata por formalina



**Figura 25:** Ratón lamiendo la pata donde se aplicó formalina.

Se determinó el número de respuestas (Figura 25) que presentaron los individuos pertenecientes a cada grupo experimental (Tabla 28), así como el grosor de la pata (Figura 26) antes y después de la administración de la formalina y de su efecto en dicha extremidad (Tabla 29).

**Tabla 28**

*Efecto del extracto de Baccharis salicifolia en el ensayo de formalina*

<b>Grupo experimental</b>	<b>Promedio de respuestas en fase completa 0-30 min</b>	<b>Inhibición (%)</b>
Dosis 600 mg/kg	34.83±6.58	29.64
Dosis 1200 mg/kg	24.66±3.67	50.18
Testigo	16.16±4.96	67.37
Control	49.5±6.09	--

*Nota:* Cada valor está dado como la media ± D. E. de las observaciones (n = 6 ratones por grupo).

\*p < 0.05 con relación a grupo control



**Figura 26:** Medición del grosor de pata posterior derecha.



**Tabla 29***Grosor de la pata antes y después de la administración de formalina*

<b>Grupo experimental</b>	<b>Promedio de grosor antes (mm)</b>	<b>Promedio de grosor después (mm)</b>
Dosis 600 mg/kg	0.33±0.52	0.53±0.10
Dosis 1200 mg/kg	0.32±0.41	0.50±0.63
Testigo	0.35±0.55	0.54±0.22
Control	0.35±0.55	0.65±0.55

*Nota:* Cada valor está dado como la media ± D. E. de las observaciones ( $n = 6$  ratones por grupo).

\* $p < 0,05$  de dosis 1200 mg/kg en relación al grupo control.

### 7.10.2 Prueba de contorsiones



**Figura 27.** Contorsión abdominal inducida por ácido acético.

**Tabla 30***Efecto de extracto liofilizado de Baccharis salicifolia en dolor inducido por ácido acético*

<b>Grupo experimental</b>	<b>Número de contorsiones</b>	<b>Inhibición (%)</b>
Dosis 200 mg/kg	69 ± 13.995	19.29
Dosis 400 mg/kg	40.17 ± 11.374	53.02
Dosis 600 mg/kg	20.33 ± 6.653	76.22
Dosis 1200 mg/kg	3.017 ± 1.232	96.47
Testigo	2.83 ± 2.563	96.69
Control	85.5 ± 31.214	--

*Nota:* Cada valor está dado como la media ± D. E. de las observaciones ( $n = 6$  ratones por grupo).

\* $p > 0.05$  de dosis 200 ppm en relación a grupo control

\*\* $p < 0.05$  de las demás dosis en relación a grupo control

Se indujeron contorsiones utilizando ácido acético (Figura 27) a los grupos experimentales determinando un promedio de contorsiones (Tabla 30).

# 8.0 DISCUSIÓN

**Tabla 31**  
*Plantas medicinales y su uso*

Planta	Usos en comunidad	BDMTM	Planta	Usos en comunidad	BDMTM
Acashanil de Castilla	Baños para mujeres aliviadas	PNR	Hierba del puerco	Cáncer	PNR
Aguacate	Diabetes	UNR	Hierbabuena	Mal aliento y dolor de estómago	UR
Ajenjo	Dolor de estómago, coraje	UR	Higuera	Verrugas	UR
Ajo	Diabetes, ácido úrico, reumas, antiveneno, artritis y varices	UNR	Hinojo	Aumenta la leche materna	UNR
Albahaca	Dolor de pecho	UNR	Insulina	Diabetes	PNR
Arnica	Curar heridas, dolores	UR	Jamaica	Diurético	UR
Azahares	Nervios	PNR	Jarilla de Castilla	Golpes, torceduras, dolor de huesos, artritis, reumas y granos	PNR
Berenjena	Insomnio y quemaduras	UR	Jitomate	Granos en piel o suavizar piel	UNR
Berros	Bronquitis	UNR	Lechuga	Para poder dormir	UR
Betónica	Cólicos	UR	Lechuguilla	Desinflamar hígado y vesícula	UR
Boldo	Corajes y bilis	UR	Lengua de vaca	Bajar la temperatura	UR
Bugambilia	Tos	UR	Llantén	Dolor de estómago y diarrea	UR
Cabello de elote	Riñones	UR	Malva	Bajar la temperatura, gastritis, granos, inflamación	UR
Cancerina	Úlceras y problemas intestinales	UR	Mamey	Barros y espinillas	UNR
Canela	Diarrea y dolor por menstruación	UR	Manzanilla	Dolor de estómago y lagrimeo de ojos	UR
Cebolla	Abscesos, tumores y heridas	UNR	Marrubio	Bocio, menopausia y diurético	UR
Cedrón	Nervios	UR	Mastranzo	Diarrea y dolor de estómago	UNR
Cempasúchil	Cólicos de niños	UR	Menta	Mal aliento y ciática	UR
Chicalote	Vista	UR	Mercadela	Heridas y llagas	UR
Chichicaste	Reumas	UR	Mirto	Corazón y circulación	UNR
Cilantro	Problemas intestinales	UR	Moradilla	Alforra	UNR
Ciruella	Estreñimiento	UR	Níspero	Riñones	UR
Clavo	Problemas intestinales y dolor de muela	UR	Nogal	Pintar el cabello y diabetes	UR
Cola de caballo	Riñones y hemorragias	UR	Nopal	Adelgazar, diabetes y gastritis	UR
Diente de león	Diabetes, diurético	UR	Ocote	Tos	UR
Epazote	Lombrices	UR	Orégano	Lombrices, digestión y provocar vómito	UR
Epazote de zorrillo	Cólicos de niños	UR	Palo azul	Riñones	PNR
Estafiate	Derrame de bilis y corajes	UR	Papa	Gastritis	UNR
Eucalipto	Tos y asma	UR	Poleo	Constipación	UR
Flor de tila	Nervios	UR	Raíz del manso	Cicatrizan heridas y llagas	UR
Fresa	Hemorragia intestinal	PNR	Reventón	Heridas y llagas	UNR
Gobernadora	Reumas	UR	Romero	Mal de ojo	UR
Gordolobo	Tos y bronquitis	UR	Rosas	Lagrimeo de ojos	UR
Guayaba	Cruda, estreñimiento y diarrea	UR	Ruda	Dolor menstrual, abortar, cruda, dolor de cabeza y presión alta	UR
Hierba de burro	Lombrices	UNR	Sábila	Cicatrizan heridas y gastritis	UR
Hierba del aire	Mal de ojo, limpia de aire y malas vibras	UNR	Sauco	Constipación	UR
Simonillo	Derrame de bilis	UR	Tejocote	Adelgazar y diurético	UNR
Té verde	Nervios	PNR	Toronja	Adelgazar	PNR
Tepozán	Reumatismo y heridas	UR	Toronjil	Nervios e insomnio	UR
Tomate	Granos en boca	UNR	Tuna	Diarrea	UR
Uva	Cálculos biliares	PNR	Xoconostle	Adelgazar y diabetes	UNR
Zapote Blanco	Presión	UR	Zoapatle de Castilla	Dolores menstruales	UR

*Nota:* PNR: Planta no reportada, UR: uso reportado, UNR: uso no reportado.

Desde épocas antiguas se ha adquirido sabiduría sobre la naturaleza, permitiendo incluso, conformar un acervo de plantas de poder, utilizadas con fines rituales y místicos. En México, el 90% de los habitantes emplea la medicina herbolaria; es decir, la sabiduría en este renglón no se ha perdido, y sobrevive de entre las vitrinas de las grandes corporaciones farmacéuticas. Por ello uno de los puntos de este trabajo fue el de recoger dicha sabiduría en el Estado de Puebla, principalmente en el pueblo de San Antonio Matlahuacales, donde sus habitantes reportaron que plantas como aguacate, ajenojo, ajo y algunas más, son empleadas desde siempre para diversas patologías como diabetes, dolor de estómago, reumas, etc. Algunos de los usos de estas plantas han sido reportados por la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM, UNAM, 2009), (Tabla 31), (De la Torre, 2014).

Se puede observar que las plantas utilizadas en la localidad de San Antonio Matlahuacales forman parte de las que generalmente se utilizan en la medicina tradicional de todo México. También se observa que las plantas más conocidas, son aquellas utilizadas para problemas que aquejan a la mayoría de mexicanos, como son: diabetes, problemas digestivos, malestares en riñones y dolor e inflamación en diferentes zonas del cuerpo.

Algunas de las plantas mencionadas por los habitantes carecen de información reportada referente a su uso o su posible efecto terapéutico a nivel científico, de ahí el interés de colaborar con información por lo menos de una de estas plantas, por lo que se eligiera a la jarilla de Castilla, debido a que no se encontró información sobre ella y las personas de Matlahuacales la utilizan mucho para problemas de inflamación y dolor.

Es importante mencionar que actualmente las comunidades se están volviendo muy herméticas en respuesta a la situación de inseguridad que vive el país y ante la posibilidad de que la gente extraña se entrometa en sus costumbres. Esto se pudo constatar por la desconfianza que tienen los habitantes de San Antonio Matlahuacales cuando entra una persona ajena a la comunidad dificultando y/o impidiendo la obtención de la información. Sin embargo, a pesar de lo anterior y para ayudar a seguir con esta investigación, facilitaron la información requerida y permitieron recolectar la planta aquí investigada.

La información obtenida de los pobladores de San Antonio Matlahuacales señala que la **jarilla de Castilla** es adquirida en todo el territorio local y es relevante mencionar que se obtiene principalmente en llanos y en orillas de ríos, este último lugar permite advertir que el arbusto es exigente en cuanto a la cantidad de agua que necesita para su crecimiento óptimo, por lo que es de entender que se tenga registro de especímenes que varíen considerablemente en su tamaño.

La descripción por la cual distinguen a la planta se basa en su naturaleza perenne ya que la detallan como siempre verde y mencionan que es poseedora de hojas particularmente alargadas (Tabla 32), las cuales concuerdan con la morfología reconocida de la especie (Freire et al., 2007).

**Tabla 32**  
*Morfología de las hojas de Baccharis salicifolia*  
*Baccharis salicifolia*



*Nota:* Morfología descrita del lado izquierdo y ejemplar fresco del lado derecho. Tomado de FNA (2008) y fotografía de Thalia Serrano Munguía, Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin. (2015-2016).

Los anteriores saberes se ha adquirido por los conocimientos transmitidos de generación en generación, por lo cual la información que se tiene de la planta de interés es empírica y de manejo popular desde todos los tiempos.

Se debe agregar que la planta es conocida por las personas con otros nombres comunes, de los cuales no se tienen registros previos relacionados a la misma, siendo los más destacados tres de ellos; “jarilla cimarrona” que denota su naturaleza silvestre, por otro lado la denominación de “hierba del golpe” es indicativo de las propiedades que le adjudican los locales ya que la utilizan tradicionalmente para aliviar malestares en zonas golpeadas y el nombre de “jarilla pegajosa” relata una cualidad que la caracteriza y que les permite reconocerla, ésta última particularidad se la confieren los aceites esenciales que contiene el arbusto.

Cabe señalar que el uso tradicional guarda una estrecha relación con la actividad biológica establecida en la literatura relacionada con procesos analgésicos y antiinflamatorios, ya que según Aguilar (2007), es utilizada por diversas comunidades para contrarrestar salpullido, caídas, golpes y dolor en general, así como favorecer la cicatrización.

Un gran porcentaje de la población que usa la hierba comenta que utiliza las ramas completas (tallo, hojas y flores), esto puede deberse a que encuentran un mayor efecto cuando la utilizan completa y se lo atribuyen a la suma de las partes de la jarilla de

Castilla, sin embargo la BDMTM (2009), reporta que en otras localidades solo usan las hojas y lo relacionan con el alto contenido de polifenoles encontrado en ellas.

Las formas tradicionales para utilizar la planta varía mucho, pero la más reiterada por los usuarios, hace mención del agregado adicional de nejayote a la jarilla de Castilla, dicho líquido incorporado es resultado del cocimiento del maíz en el proceso de nixtamalización.

Terraza (2013), explica que el nejayote es un subproducto que contiene arabinoxilanas, almidones, dextrinas, calcio y compuestos fenólicos antioxidantes como el ácido p-cumárico y el ácido ferúlico, siendo este último relacionado con la protección contra varias enfermedades inflamatorias, lo que explica que el nejayote coadyuve en los padecimientos que contrarresta *Baccharis salicifolia* y otras plantas de la medicina tradicional mexicana.

La identificación y conservación de ejemplares vegetales, resulta de suma importancia e interés no sólo para su registro científico, sino también en aquellas especies cuya recolección se destina al consumo humano, como es el caso de la mayoría de las plantas aromáticas y medicinales. Por ello, el paso siguiente después de la recolecta de la planta fue la de mandarla a identificar, lo cual se realizó en el herbario Etnobotánico de Iztacala, que la designó como *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers., lo cual facilitó la búsqueda de información relevante de la planta de interés encontrando así, otros nombres científicos reportados para la planta que sirvieron de referencia para la realización del trabajo aquí presentado.

Una vez identificada la planta, el paso que sigue es conocer los agentes químicos que posee, de ahí que se procediera a realizar un tamizaje fitoquímico; de acuerdo a la información recabada por los pobladores, la preparación tradicional, consistía en colocar toda la planta agregándole nejayote, sin embargo en este estudio se realizaron diversos tipos de preparación para poder conocer la diferencia entre utilizar este último o no hacer uso de él, los resultados mostraron que todas las preparaciones contenían azúcares reductores, alcaloides, saponinas y lactonas sesquiterpénicas, flavonoides y otros metabolitos que también poseen los miembros del género al que pertenece esta planta y que se tiene registro previo.

De los metabolitos anteriores, se eligieron los flavonoides, ya que de acuerdo a sus propiedades biológicas son excelentes antioxidantes y por ello se les atribuye el efecto terapéutico. Estos compuestos se determinaron con la reacción de Shinoda, la cual indicó la presencia de tipo flavona, flavonol, flavonona e isoflavonoide, lo cual ya había sido constatado por Domínguez en 2002.

Para determinar la presencia de los polifenoles (incluyendo flavonoides), se utilizó al reactivo de Folin-Ciocalteu debido a que es un método relativamente preciso y de gran sensibilidad, por lo que se tomó las consideraciones pertinentes para impedir variaciones causadas por la exposición a la luz o el tiempo y se obtuvo la curva de calibración teniendo un coeficiente de variación aceptable menor a 2; cabe mencionar

que aunque tiene la desventaja de determinar todas las sustancias reductoras y no solo a los fenoles, arroja un conocimiento general de dichos metabolitos (Aguilar y González, 1997).

De todas las preparaciones, en la forma tradicional mencionada por los pobladores de Matlahuacales, se obtuvo el mayor contenido de polifenoles, esto se le atribuye a las cualidades de la planta y a la adición de nejayote que las potencia, debido a la presencia de ácido ferúlico en el último mencionado. Cabe mencionar que el ácido ferúlico es un producto que combate la oxidación, los microbios, las inflamaciones, la formación de coágulos e incluso las células cancerígenas.

Existen diversos factores que pueden modificar la concentración de metabolitos que se obtengan de las diferentes preparaciones o extractos, por ello, en este estudio también se realizaron pruebas de tamaño de partícula, disolvente y se determinó la humedad, encontrando así que, para la mejor obtención de metabolitos y permitir un mejor contacto entre la planta y el disolvente era necesario utilizar la planta retenida en un tamiz 40, como disolvente el agua y la humedad propia de la planta (FEHUM, 2008; Jerez, 2012).

Un punto más en esta investigación y antes de proseguir con la evaluación farmacológica, fue comprobar la toxicidad del extracto, para ello se utilizó la *Artemia franciscana*, esto se debe a que los nauplios de artemia presentan una cutícula muy fina y por ello son específicamente sensibles a tóxicos como el dicromato de potasio, el cual penetra a través de las barreras fisiológicas absorbiéndose rápidamente provocando diferentes alteraciones, las cuales en las primeras horas se aprecian como efectos de tipo subletal interfiriendo en la movilidad que finaliza en la muerte de los organismos, siendo apropiada su utilización como control positivo a dosis de 500 ppm.

La concentración letal cincuenta (CL<sub>50</sub>) encontrada fue de 976.39 ppm, por lo que posee una letalidad mínima según los criterios de Sanabria y Sandra (1997), el cual menciona que una sustancia es de letalidad elevada cuando estos microorganismos mueren en una concentración de 0.1 a 100 ppm; y una letalidad baja es de 300 a 600 ppm, esto confirma el uso común que los pobladores de Matlahuacales le dan a esta planta sin sufrir ningún efecto perjudicial.

De acuerdo a los resultados encontrados en la evaluación farmacológica en donde primero se empleó el modelo de formalina teniendo un 100% de inflamación (0.65 mm de diámetro de la parte plantar), se reconoce que la planta posee los efectos terapéuticos mencionados por los individuos encuestados, ya que se obtuvo una disminución de la inflamación por el fármaco testigo (indometacina) de un 17% (0.54 mm), mientras que las dosis de 600 y 1200 mg/Kg de peso del extracto de jarilla fueron de 18.5 y 23.08% (0.53 y 0.5 mm) respectivamente, esto se justifica debido a que el modelo de formalina genera una respuesta de dos fases, la primera se presenta al inicio (primeros 5 minutos) y se basa en el dolor relacionado a una sensibilización del tipo central y la segunda fase es la respuesta nocicéptica periférica, que se relaciona con la respuesta inflamatoria aguda, por ello la administración de indometacina y las

dos dosis del extracto disminuyen el dolor, la primera forma parte del grupo de fármacos denominados analgésicos antiinflamatorios antipiréticos no esteroideos (AINES), cuyo mecanismo de acción es a nivel de sistema nervioso periférico, actuando principalmente en la inhibición de la ciclooxigenasa 1 y 2 (COX 1 y COX 2), esto produce la inhibición de las prostaglandinas, las cuales son las responsables de la presencia del dolor en el organismo, de igual manera puede afectar los diversos factores mediadores de la inflamación (Rivera, 2006), como son inhibir:

- a. Los radicales de oxígeno y metabolitos citotóxicos para fibroblastos y células parenquimatosas.
- b. Las citocinas que tienen un gran espectro de pirógenos endógenos causando fiebre, factor de necrosis tumoral, factores que intervienen en la inflamación crónica.
- c. El sistema de complemento que desarrolla actividades proinflamatorias.
- d. Las cininas como bradicinina y precalicreína que sensibilizan terminales nerviosas produciendo dolor.
- e. Las aminas vasoactivas, histamina y serotonina, favorecen el incremento de permeabilidad vascular, producidas en plaquetas, mastocitos y basófilos.
- f. La vía de la lipooxigenasa que involucra la conversión de ácido araquidónico en varios hidroperóxidos favorecedores de dolor.

En relación de las dos dosis de extracto utilizado donde también se obtuvo una disminución en el porcentaje de inflamación se puede deber a la presencia de flavonoides y del ácido ferúlico, de los primeros se han reportado propiedades anti-radicales libres: se dirigen fundamentalmente hacia los radicales hidroxilo y superóxido, especies altamente reactivas implicadas en el inicio de la cadena de peroxidación lipídica y se ha descrito su capacidad de modificar la síntesis de eicosanoides (con respuestas anti-prostanoide y anti-inflamatoria), de prevenir la agregación plaquetaria (efectos antitrombóticos) y de proteger a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación (prevención de la placa de ateroma). (Martínez, 2002); mientras que el segundo es un ácido fenólico cuya propiedad más importante es actuar como un antioxidante.

En el segundo modelo utilizado en la evaluación de los efectos terapéuticos reportados para *Baccharis salicifolia* donde se utilizó ácido acético para producir contorsiones en los animales, se obtuvo una disminución de dichas respuestas abdominales y fueron dosis dependientes en la administración del extracto: 19.3% en la dosis de 200 mg/Kg, 50.4% en la dosis de 400 mg//Kg, 76.23% en la dosis de 600 mg/Kg y de 96.5% en la dosis de 1200 mg/Kg de peso, y para la administración de naproxeno también se presentó una disminución del 96.5% en el número de contorsiones; lo anterior se puede justificar a que aunque el naproxeno también es un AINE como la indometacina,

este último presenta un mejor efecto analgésico, mientras que la segunda su mayor efecto es el antiinflamatorio, esto se debe a que la acción analgésica de los AINES es preferentemente periférica al inhibir la síntesis de prostaglandinas e impedir la sensibilización de los nociceptores aferentes primarios, agregándose a esto, que a nivel central impiden la sensibilización de las neuronas medulares y supramedulares, permitiendo la modulación (inhibición) central del dolor.

Existe la teoría que sugiere, que el proceso inflamatorio y del dolor están mediados por segundos mensajeros dentro de las neuronas como el AMPc y GMPc, esto a nivel periférico. Se sugiere que el efecto producido por el extracto se debe a su actividad antioxidante, lo cual se debe a que pueden unirse a polímeros biológicos, tales como enzimas, transportadores de hormonas, y ADN; quelar iones metálicos transitorios, tales como  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , catalizar el transporte de electrones, y depurar radicales libres. Debido a este hecho se han descrito efectos protectores en patologías tales como diabetes mellitus, cáncer, cardiopatías, infecciones víricas, úlcera estomacal y duodenal, e **inflamaciones**. Otras actividades que merecen ser destacadas son sus acciones antivirales y antialérgicas, así como sus propiedades antitrombótica y **antiinflamatorias** (Martínez, 2002).

Para terminar con esta discusión de resultados debe agregarse que se realizó un estudio estadístico donde se encontró una  $p < 0.05$  para la significatividad en ambos modelos y una prueba de Tukey para determinar comparaciones entre lotes.



## 9.0 CONCLUSIONES

- Se obtuvo información sobre las plantas medicinales utilizadas por los habitantes de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla permitiendo contrastar dicha información con la reportada por la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, enriqueciendo los saberes de medicina tradicional.
- Se logró realizar un compendio de información sobre aquellas plantas medicinales utilizadas por su actividad analgésica y antiinflamatoria.
- Se eligió, recolectó e identificó la planta jarilla de Castilla (*Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers, la cual era la que menor cantidad de información científica tenía sobre su actividad biológica de acuerdo a los habitantes del pueblo, todo se llevó siguiendo lineamientos bioéticos.
- La información obtenida por medio del estudio de campo permitió diseñar diferentes preparaciones, siendo elegida la mencionada por los pobladores y denominada “tradicional” en donde a la jarilla se le agrega el nejayote; se valoró sus características, determinó la presencia de compuestos fenólicos y selecciono la forma de extracción por decocción tradicional.
- Se encontró que el tamaño de partícula, el disolvente y el porcentaje de humedad eran factores que alteraban la cantidad obtenida de metabolitos, principalmente los flavonoides, se encontró que a menor tamaño de partícula, agua como disolvente y el porcentaje de humedad propio de la planta se obtenía el mayor porcentaje de metabolitos.
- La toxicidad de la planta resultó ser una letalidad mínima (CL<sub>50</sub> es de 976.39 ppm), lo cual permitió administrar dosis altas (1.2 g/Kg de peso), esto se comprobó utilizando el modelo de *Artemia franciscana* (metodología basada en lineamientos bioéticos).
- La evaluación farmacológica comprobó los conocimientos empíricos que se tenían de esta planta, es decir presenta la actividad analgésica y antiinflamatoria descrita por los pobladores. La actividad antiinflamatoria se valoró con la prueba en pata con formalina, logrando inhibir la inflamación en un 29.64% a 600 mg/Kg y 50.18% a una dosis de 1200 mg/Kg. Ambas actividades se le atribuye a la presencia de los flavonoides y del ácido ferúlico; complementándose con el modelo de contorsiones, en donde también los efectos producido por el extracto fue dosis dependiente.

## 10.0 PROSPECTIVAS

- Se propone la realización de estudios citotóxicos de los extractos de *Baccharis salicifolia* que corroboren su pleno uso en la medicina tradicional.
- Se sugiere realizar más estudios relacionados con *B. salicifolia*, que determinen su actividad antimicrobiana para que integre la información sobre dicha especie.
- Se puede profundizar en los estudios químicos y farmacológicos así como el estudio por separado de las partes que componen a la planta, sus aceites esenciales y la planta fresca.

# 11.0 ANEXOS

## Anexo 11.1 Documentación de plantas

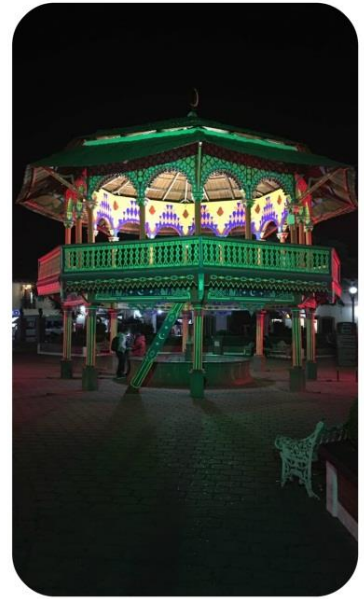
### Anexo 11.1.1 Plantas utilizadas en San Antonio Matlahuacales

Tabla 33

*Plantas y sus usos medicinales*

Planta	Usos	Planta	Usos
Acashanil de Castilla	Baños para mujeres aliviadas	Hierba del puerco	Cáncer
Aguacate	Diabetes	Hierbabuena	Mal aliento y dolor de estómago
Ajenjo	Dolor de estómago, coraje	Higuera	Verrugas
Ajo	Diabetes, ácido úrico, reumas, antivieno, artritis y varices	Hinojo	Aumenta la leche materna
Albahaca	Dolor de pecho	Insulina	Diabetes
Arnica	Curar heridas, dolores	Jamaica	Diurético
Azahares	Nervios	Jarilla de Castilla	Golpes, torceduras, dolor de huesos, artritis, reumas y granos
Berenjena	Insomnio y quemaduras	Jitomate	Granos en piel o suavizar piel
Berros	Bronquitis	Lechuga	Para poder dormir
Betónica	Cólicos	Lechuguilla	Desinflamar hígado y vesícula
Boldo	Corajes y bilis	Lengua de vaca	Bajar la temperatura
Bugambilia	Tos	Llantén	Dolor de estómago y diarrea
Cabello de elote	Riñones	Malva	Bajar la temperatura, gastritis, granos, inflamación
Cancerina	Úlceras y problemas intestinales	Mamey	Barros y espinillas
Canela	Diarrea y dolor por menstruación	Manzanilla	Dolor de estómago y lagrimeo de ojos
Cebolla	Abscesos, tumores y heridas	Marrubio	Bocio, menopausia y diurético
Cedrón	Nervios	Mastranzo	Diarrea y dolor de estómago
Cempasúchil	Cólicos de niños	Menta	Mal aliento y ciática
Chicalote	Vista	Mercadela	Heridas y llagas
Chichicaste	Reumas	Mirto	Corazón y circulación
Cilantro	Problemas intestinales	Moradilla	Alforra
Ciruella	Estreñimiento	Níspero	Riñones
Clavo	Problemas intestinales y dolor de muela	Nogal	Pintar el cabello y diabetes
Cola de caballo	Riñones y hemorragias	Nopal	Adelgazar, diabetes y gastritis
Diente de león	Diabetes, diurético	Ocote	Tos
Epazote	Lombrices	Orégano	Lombrices, digestión y provocar vómito
Epazote de zorrillo	Cólicos de niños	Palo azul	Riñones
Estafiate	Derrame de bilis y corajes	Papa	Gastritis
Eucalipto	Tos y asma	Poleo	Constipación
Flor de tila	Nervios	Raíz del manso	Cicatrizar heridas y llagas
Fresa	Hemorragia intestinal	Reventón	Heridas y llagas
Gobernadora	Reumas	Romero	Mal de ojo
Gordolobo	Tos y bronquitis	Rosas	Lagrimeo de ojos
Guayaba	Cruda, estreñimiento y diarrea	Ruda	Dolor menstrual, abortar, cruda, dolor de cabeza y presión alta
Hierba de burro	Lombrices	Sábila	Cicatrizar heridas y gastritis
Hierba del aire	Mal de ojo, limpia de aire y malas vibras	Sauco	Constipación
Simonillo	Derrame de bilis	Tejocote	Adelgazar y diurético
Té verde	Nervios	Toronja	Adelgazar
Tepozán	Reumatismo y heridas	Toronjil	Nervios e insomnio
Tomate	Granos en boca	Tuna	Diarrea
Uva	Cálculos biliares	Xoconostle	Adelgazar y diabetes
Zapote Blanco	Presión	Zoapatle de Castilla	Dolores menstruales

## Anexo 11.2 Estudio de campo



**Anexo 11.2.1** A la izquierda Centro Histórico del municipio de Chignahuapan, Puebla y a la derecha, visto de cerca, su quiosco estilo mudéjar.

*Nota:* Fotografías de Thalia Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).



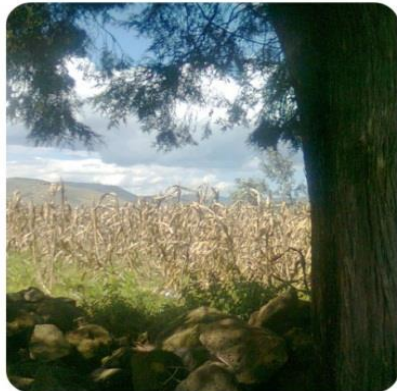
**Anexo 11.2.2** Centro de la localidad de San Antonio Matlahuacales, donde se aprecia su iglesia.

*Nota:* Fotografías de Thalia Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.3** Presidencia auxiliar municipal de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla.

*Nota:* Fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.4** Plantíos y alrededores de la localidad de San Antonio Matlahuacales.  
*Nota:* Fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).





**Anexo 11.2.5** Vista de cerca de las flores de la jarilla de Castilla.

*Nota:* Fotografías de Thalia Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.6** Vista de cerca de las hojas de la planta conocida como jarilla de Castilla.

*Nota:* Fotografías de Thalia Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnatin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.7** Recolección de la planta *Baccharis salicifolia* en huerto familiar de la localidad.  
*Nota:* Fotografía de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.8** *Baccharis salicifolia* de mayor tamaño que crece cerca de un río.  
*Nota:* Fotografía de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin. (2015-2016).

**Anexo 11.2.9 Formato del cuestionario aplicado en la localidad de San Antonio Matlahuacales**

Subraye la respuesta o escriba la información que se le pida sobre la línea.

1. Edad:    18-39 años    40-64 años    65 o más

2. Sexo:                    Mujer                    Hombre

3. ¿Cuál es su grado de escolaridad?

Ninguno                    Primaria                    Secundaria                    Bachillerato

Carrera Técnica                    Licenciatura                    Posgrado

4. ¿Cuál es su ocupación

Ama de Casa                    Estudiante                    Jubilado                    Desempleado

Trabajo formal \_\_\_\_\_ Trabajo no formal \_\_\_\_\_

5. ¿Conoce la planta que se le muestra físicamente? Si la respuesta es Sí, continúe respondiendo la encuesta

Sí                    No

6. ¿Cuál es el nombre(s) con el que conoce a la planta?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿En dónde consigue la planta?

Llano                    Monte                    A orilla del río                    Huerto familiar

Otro \_\_\_\_\_

8. ¿Qué características permiten reconocerla?

Flores                    Por el tacto                    Olor

Otro \_\_\_\_\_

9. ¿Ha utilizado la planta? Si la respuesta es Sí, continuar la encuesta.

Sí                    No



10. ¿Quién le enseñó a usarla?

Padres

Abuelos

Bisabuelos

Amigos

Otro \_\_\_\_\_

11. ¿Para qué la ha utilizado?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. ¿Funcionó la planta como usted esperaba?

Sí

No

13. ¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Responda la siguiente Tabla en relación al uso medicinal de la planta.

Enfermedad y/o malestar	Parte de la planta utilizada	Forma de preparación (Cantidad, tiempo, etc.)	Cómo la usa (tomada, untada)	Duración del tratamiento

14. ¿Le interesa aprender más sobre las plantas medicinales?

Sí

No

*Nota:* Elaborado por Thalía Serrano Munguía.



**Anexo 11.2.10** Personas de la localidad en el momento de la aplicación del cuestionario.  
*Nota:* Fotografías de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin. (2015-2016).



**Anexo 11.2.11** Encargada de Registro Civil y Secretaria de Presidencia Auxiliar en el momento de recibir copia del estudio de campo.  
*Nota:* Fotografía de Thalía Serrano Munguía. Catálogo Chignahuapan: Xa makan maktakalnánin. (2015-2016).

**Anexo 11.2.12 Documento emitido por la Presidencia Auxiliar por recibir copia del estudio de campo**



DEPENDENCIA: presidencia auxiliar  
No. DE OFICIO: pamsam/05/D17  
EXPEDIENTE: solicitud de información

**Q.F.B. BRIGIDA DEL CARMEN CAMACHO ENRIQUEZ  
PRESENTE**

El que suscribe **C. JOSE MARCELINO SERRANO RIVERA**, Presidente Auxiliar de la Comunidad de San Antonio Matlahuacales, Municipio de Chignahuapan, Estado de Puebla., por medio de la presente le envió un cordial saludo y al mismo tiempo le informo que el día 29 de marzo del presente año la **C. THALIA SERRANO MUNGUIA**, asistió a esta Presidencia Auxiliar, dejando en esta oficina un trabajo que realizo en el programa " Estudio de químico-biológico de recursos vegetales y animales, usados en la medicina tradicional" el cual será destinado como aporte al acervo de la localidad y será enviado a la biblioteca de este lugar.

Sin más por el momento me despido de usted muy afectuosamente.

**ATENTAMENTE**

San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla., a 29 mayo de 2017.

**"SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION"**

**PRESIDENTE AUXILIAR**

  
**C. JOSE MARCELINO SERRANO RIVERA**



**PRESIDENCIA  
AUXILIAR  
MUNICIPAL  
SAN ANTONIO  
MATLAHUACALES  
CHIGNAHUAPAN, PUE.  
2014 - 2018**

Plaza principal C.P 73304  
San Antonio Matlahuacales  
Chig. Pue. C.c.p. Departamento de Servicio Social.  
Tel: 797 110-8518  
797 103-05-09  
pamsam\_18@hotmail.com

## Anexo 11.3 Identificación taxonómica de la planta conocida como jarilla de Castilla

### Anexo 11.3.1 Certificado de identificación de *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA  
HERBARIO IZTACALA



FESI/MI/024/2016

#### THALÍA SERRANO MUNGUÍA

Alumna de la Carrera de Bioquímica Diagnóstica  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM  
Presente

Por este conducto me permito proporcionar a usted la identificación taxonómica del material botánico de respaldo del Proyecto de Tesis de Licenciatura "Contribución al estudio de las plantas medicinales de la localidad de San Antonio Matlahuacales, Chignahuapan, Puebla", que se realiza en el Laboratorio de Farmacognosia y Fitoquímica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, bajo la dirección de la Q.F.B. Brígida del Carmen Camacho Enríquez.

Así mismo, le informo que la planta ha sido integrada en la Colección Etnobotánica del Herbario Iztacala con el siguiente número de registro:

Nombre Científico	Familia Botánica	Nombre Popular	No. de Registro
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	ASTERACEAE	"Jarilla de castilla"	2513 IZTA

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Los Reyes Iztacala, Estado de México, 23 de junio de 2016

  
M. EN C. MA. EDITH LÓPEZ VILLAFRANCO  
Responsable del Herbario IZTA



C.c.p.- Q.F.B. Brígida del Carmen Camacho E.  
Directora de Tesis, FES Cuautitlán, UNAM



**Anexo 11.3.2** Ejemplar herborizado de *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers.

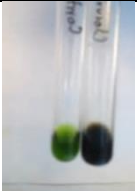

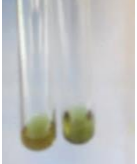


## Anexo 11.4 Pruebas fitoquímicas preliminares

### Anexo 11.4.1 Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en maceración

Tabla 34

*Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en maceración*



Preparación	Prueba	Metabolito	Resultado	(C/E)
Maceración	FeCl <sub>3</sub>	Fenoles	+++	
Shinoda F. A.		Flavonoides	+	
Shinoda F. O.		Flavonoides	++	

Nota: Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. F.A: Fase Acuosa F. O.: Fase Orgánica

### Anexo 11.4.2 Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción de *B. salicifolia*

Tabla 35

*Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción*




Preparación	Prueba	Metabolito	Resultado	(C/E)
Decocción	FeCl <sub>3</sub>	Fenoles	+++	
Shinoda F. A.		Flavonoides	++	
Shinoda F. O.		Flavonoides	+	

Nota: Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. F.A: Fase Acuosa F. O.: Fase Orgánica

**Anexo 11.4.3 Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción tradicional de *B. salicifolia***

**Tabla 36**

*Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción tradicional*




Preparación	Prueba	Metabolito	Resultado	(C/E)
Decocción tradicional	FeCl <sub>3</sub>	Fenoles	+++	
Shinoda F. A.		Flavonoides	+	
Shinoda F. O.		Flavonoides	+++	

*Nota:* Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. F.A: Fase Acuosa F. O.: Fase Orgánica

**Anexo 11.4.4 Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción para obtener nejayote**

**Tabla 37**

*Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción para obtener nejayote*




Preparación	Prueba	Metabolito	Resultado	(C/E)
Nejayote	FeCl <sub>3</sub>	Fenoles	+++	
Shinoda F. A.		Flavonoides	-	
Shinoda F. O.		Flavonoides	-	

*Nota:* Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. F.A: Fase Acuosa F. O.: Fase Orgánica

**Anexo 11.4.5 Fotografías de pruebas fitoquímicas de compuestos fenólicos en decocción de *B. salicifolia* con cal**

**Tabla 38**

*Pruebas presuntivas de compuestos polifenólicos en decocción con cal*

<b>Preparación</b>	<b>Prueba</b>	<b>Metabolito</b>	<b>Resultado</b>	<b>(C/E)</b>
<b>Decocción con cal</b>	<b>FeCl<sub>3</sub></b>	<b>Fenoles</b>	<b>+++</b>	
	<b>Shinoda F. A.</b>	<b>Flavonoides</b>	<b>+++</b>	
	<b>Shinoda F. O.</b>	<b>Flavonoides</b>	<b>-</b>	

*Nota:* Abundante +++ Moderado ++ Escaso + Negativo -. F.A: Fase Acuosa F. O.: Fase Orgánica



## Anexo 11.5 Estudio toxicológico. Bioensayo con *Artemia franciscana*

### Anexo 11.5.1 Cálculos de concentraciones de extracto de *B. salicifolia* a utilizar

#### Solución base o Stock:

$$0.2880g \text{ de E. L. } \left[ \frac{1000 \text{ mg}}{1g} \right] \left[ \frac{1000 \mu g}{1 \text{ mg}} \right] = \left[ \frac{288000 \mu g \text{ de E. L.}}{100 \text{ mL de A. M.}} \right] = 2880 \text{ ppm de E. L.}$$

#### Concentración 1

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{0.250 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 72 \text{ ppm}$$

#### Concentración 2

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{0.5 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 144 \text{ ppm}$$

#### Concentración 3

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{1 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 288 \text{ ppm}$$

#### Concentración 4

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{2 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 576 \text{ ppm}$$

#### Concentración 5

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{3 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 864 \text{ ppm}$$

#### Concentración 6

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{4 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 1152 \text{ ppm}$$

#### Concentración 7

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{5 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 1440 \text{ ppm}$$

#### Concentración 8

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{6 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 1728 \text{ ppm}$$

#### Concentración 9

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{7 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 2016 \text{ ppm}$$

#### Concentración 10

$$2880 \text{ ppm de E. L. } \left[ \frac{8 \text{ mL de E. L.}}{10 \text{ mL de A. M.}} \right] = 2304 \text{ ppm}$$

#### Concentración 11

$$2880 \text{ ppm de E. L. } [10 \text{ mL de E. L.}] = 2880 \text{ ppm}$$

### Anexo 11.5.2 Cálculo de dicromato de potasio 0.1 Molar

$$\frac{294.194 \text{ g}}{\text{mol}} \left[ \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} \right] \left[ \frac{1000 \mu g}{\text{mg}} \right] = \frac{294194000 \mu g}{\text{mol}} \left[ \frac{0.1 \text{ mol}}{\text{L}} \right] \left[ \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}} \right] = \frac{29419.4 \mu g}{\text{mL}}$$

$$\begin{array}{r} 29419.4 \mu g \text{-----} 1 \text{ mL} \\ 500 \mu g \text{-----} X \end{array}$$

X= 0.017 mL de dicromato de potasio

### Anexo 11.5.3 Criterios de letalidad en *Artemia franciscana*

**Tabla 39**  
*Criterios de letalidad*

Letalidad	Dosis
Letalidad elevada	0.1-100 ppm
Letalidad moderada	100-300 ppm
Letalidad baja	300-600 ppm
Letalidad mínima	>640 ppm

*Nota:* Tomado de Sanabria y Sandra. (1997).

### Anexo 11.5.4 Estadística con IBM SPSS Statistics 24

**Tabla 40**  
*Estimación de parámetros de extracto de *B. salicifolia**

PROBIT <sup>a</sup>	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
	Dosis	2.266	.246	9.212	.000	1.784	2.748
	Intersección	-6.774	.753	-8.998	.000	-7.526	-6.021

*Nota:* a. Modelo PROBIT: PROBIT(p) = Intersección + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 10.000 base.)

**Tabla 41**  
*Prueba de Chi cuadrado*

		Chi-cuadrado	gl <sup>b</sup>	Sig.
PROBIT	Prueba de bondad de ajuste de Pearson	3.048	9	.962 <sup>a</sup>

*Nota:* a. Puesto que el nivel de significación es mayor que .150, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

*Nota:* b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

**Tabla 42**  
*Residuo y frecuencia de casillas*

	Número	Dosis	Número de sujetos	Respuestas observadas	Respuestas esperadas	Residuo	Probabilidad
PROBIT	1	1.857	30	0	.155	-.155	.005
	2	2.158	30	1	.895	.105	.030
	3	2.459	30	5	3.444	1.556	.115
	4	2.760	30	9	9.053	-.053	.302
	5	2.937	30	12	13.563	-1.563	.452
	6	3.061	30	16	16.939	-.939	.565
	7	3.158	30	19	19.467	-.467	.649
	8	3.238	30	21	21.385	-.385	.713
	9	3.304	30	22	22.866	-.866	.762
	10	3.362	30	24	24.027	-.027	.801
	11	3.459	30	28	25.693	2.307	.856

**Tabla 43**  
*Límites de confianza*

Probabilidad	95% de límites de confianza para Dosis (ppm)			95% de límites de confianza para logaritmo (Dosis ppm) <sup>a</sup>		
	Estimación	Límite I.	Límite S.	Estimación	Límite inferior	Límite superior
.010	91.804	45.754	145.509	1.963	1.660	2.163
.020	121.109	64.864	183.383	2.083	1.812	2.263
.030	144.382	80.911	212.454	2.160	1.908	2.327
.040	164.792	95.526	237.382	2.217	1.980	2.375
.050	183.505	109.320	259.848	2.264	2.039	2.415
.060	201.097	122.600	280.681	2.303	2.088	2.448
.070	217.904	135.548	300.357	2.338	2.132	2.478
.080	234.142	148.279	319.180	2.369	2.171	2.504
.090	249.957	160.876	337.358	2.398	2.206	2.528
.100	265.458	173.397	355.040	2.424	2.239	2.550
.150	340.551	236.186	439.234	2.532	2.373	2.643
.200	415.111	301.337	521.215	2.618	2.479	2.717
.250	491.960	370.612	604.889	2.692	2.569	2.782
.300	573.025	445.276	693.003	2.758	2.649	2.841
.350	660.022	526.443	788.140	2.820	2.721	2.897
.400	754.756	615.205	893.212	2.878	2.789	2.951
.450	859.335	712.723	1011.833	2.934	2.853	3.005
.500	976.393	820.346	1148.725	2.990	2.914	3.060
.550	1109.397	939.835	1310.223	3.045	2.973	3.117
.600	1263.114	1073.753	1505.039	3.101	3.031	3.178
.650	1444.411	1226.104	1745.599	3.160	3.089	3.242
.700	1663.702	1403.343	2050.683	3.221	3.147	3.312
.750	1937.846	1616.204	2450.955	3.287	3.208	3.389
.800	2296.597	1883.633	3001.658	3.361	3.275	3.477
.850	2799.417	2242.899	3816.514	3.447	3.351	3.582
.900	3591.316	2782.674	5183.761	3.555	3.444	3.715
.910	3814.027	2930.042	5584.338	3.581	3.467	3.747
.920	4071.652	3098.476	6055.681	3.610	3.491	3.782
.930	4375.056	3294.285	6621.183	3.641	3.518	3.821
.940	4740.712	3526.944	7316.843	3.676	3.547	3.864
.950	5195.191	3811.573	8201.704	3.716	3.581	3.914
.960	5785.115	4174.374	9381.391	3.762	3.621	3.972
.970	6602.928	4666.540	11070.270	3.820	3.669	4.044
.980	7871.773	5409.315	13801.349	3.896	3.733	4.140
.990	10384.547	6821.744	19552.727	4.016	3.834	4.291

PROBIT. Base de Logaritmo=10

## Anexo 11.6 Estudio químico. Cuantificación de compuestos reductores

### Anexo 11.6.1 Preparación de reactivos para curva de calibración

Se preparó la solución de ácido gálico a 0.1 mg/mL pesando 10 mg de ácido gálico que se disuelven en 1 mL de etanol y se afora a 100 mL con agua destilada.

El carbonato de sodio anhidro 20% p/v, se preparó pesando 20 gramos de carbonato de sodio y se disuelve en 80 mL de agua destilada hirviendo. Se enfrió a temperatura ambiente y después de 24 horas, se filtró y aforó a 100 mL de agua destilada.

### Anexo 11.6.2 Cálculos de concentración de sistemas para curva de calibración

#### Sistema I

$$[100 \mu\text{L AG}] \left[ \frac{0.1 \text{ mg AG}}{1 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} \right] \left[ \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} \right] = \frac{10 \mu\text{g AG}}{10 \text{ mL de aforo}} = 1 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ AG}$$

#### Sistema II

$$[200 \mu\text{L AG}] \left[ \frac{0.1 \text{ mg AG}}{1 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} \right] \left[ \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} \right] = \frac{20 \mu\text{g AG}}{10 \text{ mL de aforo}} = 2 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ AG}$$

#### Sistema III

$$[300 \mu\text{L AG}] \left[ \frac{0.1 \text{ mg AG}}{1 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} \right] \left[ \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} \right] = \frac{30 \mu\text{g AG}}{10 \text{ mL de aforo}} = 3 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ AG}$$

#### Sistema IV

$$[400 \mu\text{L AG}] \left[ \frac{0.1 \text{ mg AG}}{1 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} \right] \left[ \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} \right] = \frac{40 \mu\text{g AG}}{10 \text{ mL de aforo}} = 4 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ AG}$$

#### Sistema V

$$[500 \mu\text{L AG}] \left[ \frac{0.1 \text{ mg AG}}{1 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{1 \text{ mL}}{1000 \mu\text{L}} \right] \left[ \frac{1000 \mu\text{g}}{1 \text{ mg}} \right] = \frac{50 \mu\text{g AG}}{10 \text{ mL de aforo}} = 5 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ AG}$$

### Anexo 11.6.3 Cálculos para determinar compuestos reductores

#### a) Cálculos para Nejayote

La humedad en el maíz no se determinó ya que no se hizo restricción en cuanto a los granos a usar para la preparación del nejayote, y hay una variación entre los granos completos y granos rotos, por lo que los valores obtenidos son cercanos o representativos. Por esta razón en dicha preparación, tampoco se determinó la humedad en la cal.

Maíz pesado: 25.0988 g

Absorbancia: 0.202 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$1.1411 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \text{ EAG} \left[ \frac{10 \text{ mL aforo}}{1 \text{ mL de}} \right] \left[ \frac{10 \text{ mL de aforo}}{1 \text{ mL de}} \right] \left[ \frac{15.6 \text{ mL E}}{0.850 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{46 \text{ mL}}{\text{de N}} \right] = 96335.6894 \mu\text{g EAG}$$

$$96335.6894 \mu\text{g EAG} \left[ \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} \right] = \frac{96.3357 \text{ mg EAG}}{25.0988 \text{ g de muestra}} = 3.8383 \text{ mg} \frac{\text{EAG}}{\text{g}} \text{ de muestra}$$

**b) Cálculos para extracto de planta retenida en malla 30**

Planta pesada: 1.0187 g

Porcentaje promedio de humedad: 6.68%

Planta pesada seca: 0.9506 g

Absorbancia: 0.571 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$3.2667 \frac{\mu g}{mL} EAG \left[ \frac{10 mL \text{ aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{25 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de E}} \right] [15.6 mL \text{ de E}] = 12740.1497 \mu g EAG$$

$$12740.1497 \mu g EAG \left[ \frac{1 mg}{1000 \mu g} \right] = \frac{12.7401 mg EAG}{0.9506 g \text{ de muestra}} = 13.4022 mg \frac{EAG}{g} \text{ de muestra}$$

**c) Cálculos para extracto de planta retenida en malla 40**

Planta pesada: 1.0173 g

Porcentaje promedio de humedad: 6.68%

Planta pesada seca: 0.9493 g

Absorbancia: 0.637 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$3.6469 \frac{\mu g}{mL} EAG \left[ \frac{10 mL \text{ aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{25 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de E}} \right] [15.9 mL \text{ de E}] = 14496.4275 \mu g EAG$$

$$14496.4275 \mu g EAG \left[ \frac{1 mg}{1000 \mu g} \right] = \frac{14.4964 mg EAG}{0.9493 g \text{ de muestra}} = 15.2706 mg \frac{EAG}{g} \text{ de muestra}$$

**d) Cálculos para extracto de planta preparado de forma tradicional retenida en malla 30**

Planta pesada: 1.0001 g

Porcentaje promedio de humedad: 6.68%

Planta pesada seca: 0.9333 g

Absorbancia: 0.695 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$3.9810 \frac{\mu g}{mL} EAG \left[ \frac{10 mL \text{ aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{25 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de E}} \right] [15.8 mL \text{ de E}] = 15724.95 \mu g EAG$$

$$15724.95 \mu g EAG \left[ \frac{1 mg}{1000 \mu g} \right] = \frac{15.7249 mg EAG}{0.9333 g \text{ de muestra}} = 16.8487 mg \frac{EAG}{g} \text{ de muestra}$$

**e) Cálculos para extracto de planta preparado de forma tradicional retenida en malla 40**

Planta pesada: 1.0022 g

Porcentaje promedio de humedad: 6.68%

Planta pesada seca: 0.9352 g

Absorbancia: 0.764 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$4.3785 \frac{\mu g}{mL} EAG \left[ \frac{10 mL \text{ aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{25 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de E}} \right] [16 mL \text{ de E}] = 17514 \mu g EAG$$

$$17514 \mu g EAG \left[ \frac{1 mg}{1000 \mu g} \right] = \frac{17.514 mg EAG}{0.9352 g \text{ de muestra}} = 18.7275 mg \frac{EAG}{g} \text{ de muestra}$$

#### f) Cálculos para extracto liofilizado

Dosis para ratones 1200 mg/kg

Promedio de peso por ratón: 33.5 g

Si 1200 mg-----1000g

X mg-----33.5 g

X=40.2 mg que se disuelven en 0.4 mL

Para un mL se pesa 100.5 mg

Extracto tradicional liofilizado: 0.1005 g

Absorbancia: 0.506 nm

Ecuación:  $y=0.1736X+0.0039$

$$2.8923 \frac{\mu g}{mL} EAG \left[ \frac{10 mL \text{ aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{50 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de ED}} \right] \left[ \frac{10 mL \text{ de aforo}}{1 mL \text{ de E}} \right] = 14461.4055 \mu g EAG$$

$$14461.4055 \mu g EAG \left[ \frac{1 mg}{1000 \mu g} \right] = \frac{14.4614 mg EAG}{0.1005 g \text{ de muestra}} = 143.8946 mg \frac{EAG}{g} \text{ de muestra}$$

#### Anexo 11.6.4 Cálculos para determinar compuestos reductores administrados

Porcentaje de materia con compuestos reductores

1 g de extracto liofilizado-----100%

0.1438 mg EAG de muestra-----14.38 % compuestos reductores

Si en promedio un ratón recibe 40.2 mg de extracto liofilizado disuelto en 0.4 mL de agua:

40.2 mg de extracto liofilizado -----100%

X mg de compuestos reductores administrados-----14.38 %

X=5.78 mg de compuestos administrados a un ratón con peso promedio de 33.5 g.

## Anexo 11.7 Estudio farmacológico. Prueba antiinflamatoria y analgésica en ratones

### Anexo 11.7.1 Marcado y pesado

**Tabla 44**  
*Ratones marcados y pesados para estudio farmacológico*

No.	Marcado	Peso (g)	No.	Marcado	Peso (g)	No.	Marcado	Peso (g)	No.	Marcado	Peso (g)
1	Ca	30.5	11	CaPd	31.8	21	CaMiMd	35.1	31	LoPd	34.2
2	CaLo	29.2	12	PiCo	30.4	22	CaPiPd	36.6	32	LoMd	38.5
3	CaLoCo	32.1	13	PdCo	41	23	MiLo	36.4	33	LoPiCo	37.7
4	LoCo	35.5	14	Pd	37.5	24	CaMiLo	35.2	34	LoPdCo	36.9
5	Lo	36.7	15	Pi	31.4	25	CaLoPi	27.8	35	CaMiPi	34.6
6	Co	39.8	16	LoPi	29.8	26	CaLoPd	35.9	36	CaMdPd	38.6
7	CaMi	34.4	17	Md	33.4	27	MiCo	31.9	37	MiPd	33.1
8	CaMd	33.8	18	CaCo	38.2	28	MdCo	33.1	38	MdPi	33.7
9	Mi	32.6	19	MiMd	36.7	29	MiPi	32.4	39	CaMiPd	34.7
10	CaPi	31.9	20	PiPd	28.7	30	MdPd	31.2	40	MdPiCo	30.2

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

### Anexo 11.7.2 Distribución de lotes por culebra japonesa

Los ratones PdCo (41g), CaMdPd (38.6g), LoMd (38.5g) y LoPiCo (37.7g), no se distribuyeron en ninguno de los lotes como los demás ratones, por lo que se ocuparon de reserva durante las pruebas farmacológicas.

**Tabla 45**  
*Distribución de ratones por lote*

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
	CaLoPi 27.8 g	PiPd 28.7 g	CaLo 29.2 g	LoPi 29.8 g	MdPiCo 30.2 g	PiCo 30.4 g
	MiCo 31.9 g	CaPi 31.9 g	CaPd 31.8 g	Pi 31.4 g	MdPd 31.2 g	Ca 30.5g
	CaLoCo 32.1 g	MiPi 32.4 g	Mi 32.6 g	MiPd 33.1 g	MdCo 33.1 g	Md 33.4 g
	CaMiPd 34.7 g	CaMiPi 34.6 g	CaMi 34.4 g	LoPd 34.2 g	CaMd 33.8 g	MdPi 33.7 g
	CaMiMd 35.1 g	CaMiLo 35.2 g	LoCo 35.5 g	CaLoPd 35.9 g	MiLo 36.4 g	CaPiPd 36.6 g
	Co 39.8 g	CaCo 38.2 g	Pd 37.5 g	LoPdCo 36.9 g	Lo 36.7 g	MiMd 36.7 g
Promedio (g)	33.56	33.5	33.5	33.55	33.56	33.55

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

### Anexo 11.7.3 Preparación de las soluciones

Para la prueba de inflamación en pata se utilizó formalina al 10% tamponada con buffer fosfato, por lo que se preparó de la siguiente manera (Gaete, Amaro, Calfuman, Jara y Toro, 2012):

- El buffer se preparó disolviendo 0.4 g de fosfato de sodio monobásico y 0.65 g de fosfato de sodio dibásico en 90 mL de agua destilada.
- Se dejó reposar 24 horas.
- Se agregó 10 mL de formalina pura (formaldehído 37-40%), se mezcló bien y se midió pH.

La prueba de contorciones abdominales se realizó con ácido acético 1% V/V, el cual se preparó tomando 1 mL de ácido acético concentrado y se aforó a 100 mL con agua destilada.

### Anexo 11.7.4 Cálculos para administrar dosis de extracto

#### a) 200 mg/kg

$$\begin{array}{r} 200 \text{ mg E.L.} \text{-----} 1000 \text{ g} \\ X \text{-----} 33.5 \text{ g peso promedio por ratón} \\ X = 6.7 \text{ mg E.L.} \end{array}$$

Se disuelven en 0.4 mL de agua destilada para administrar, por lo que:

$$\begin{array}{r} 6.7 \text{ mg E.L.} \text{-----} 0.4 \text{ mL de agua destilada} \\ X \text{-----} 5 \text{ mL de agua destilada} \end{array}$$

$$X = 83.75 \text{ mg E.L. necesarios para aforo de 5 mL}$$

#### b) 400 mg/kg

$$\begin{array}{r} 400 \text{ mg E.L.} \text{-----} 1000 \text{ g} \\ X \text{-----} 33.5 \text{ g peso promedio por ratón} \\ X = 13.4 \text{ mg E.L.} \end{array}$$

Se disuelven en 0.4 mL de agua destilada para administrar, por lo que:

$$\begin{array}{r} 13.4 \text{ mg E.L.} \text{-----} 0.4 \text{ mL de agua destilada} \\ X \text{-----} 5 \text{ mL de agua destilada} \end{array}$$

$$X = 167.5 \text{ mg E.L. necesarios para aforo de 5 mL}$$



**c) 600 mg/kg**

600 mg E.L. ----- 1000 g  
X----- 33.5 g peso promedio por ratón  
X= 20.1 mg E.L.

Se disuelven en 0.4 mL de agua destilada para administrar, por lo que:

20.1 mg E.L.----- 0.4 mL de agua destilada  
X----- 5 mL de agua destilada  
X=251.25 mg E.L. necesarios para aforo de 5 mL

**d) 1200 mg/kg**

1200 mg E.L. ----- 1000 g  
X----- 33.5 g peso promedio por ratón  
X= 40.2 mg E.L.

Se disuelven en 0.4 mL de agua destilada para administrar, por lo que:

40.2 mg E.L.----- 0.4 mL de agua destilada  
X----- 5 mL de agua destilada  
X=502.5 mg E.L. necesarios para aforo de 5 mL

**Anexo 11.7.5 Prueba antiinflamatoria**

**Anexo 11.7.5.1 Resultados de la prueba de inflamación en pata por formalina**

a) 600 mg/Kg de extracto

**Respuestas de ratones en pata posterior**

**Tabla 46**

*Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de 600 mg/Kg de extracto*

Ratón	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Total
MdPiCo	16	8	7	3	0	0	34
MdPd	14	8	4	3	0	0	29
MdCo	12	9	5	2	0	0	28
CaMd	13	10	6	6	3	0	38
MiLo	16	12	9	6	2	1	46
Lo	13	9	8	3	1	0	34
Promedio de respuestas por ratón							34.83

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

## Medidas de pata en pruebas de inflamación

**Tabla 47**

*Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 5 (600 mg/Kg)*

Ratón	Medidas iniciales		Medidas Finales		Diferencia	
	PI	PD	PI	PD	PI	PD
MdPiCo	0.3	0.3	0.3	0.4	0	0.1
MdPd	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.2
MdCo	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.2
CaMd	0.4	0.4	0.3	0.7	0	0.3
MiLo	0.3	0.4	0.3	0.6	0	0.2
Lo	0.4	0.3	0.3	0.5	0	0.2

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

b) 1200 mg/Kg de extracto

## Respuestas de ratones en pata posterior

**Tabla 48**

*Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 6 (1200 mg/Kg)*

Ratón	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Total
PiCo	6	5	5	2	0	0	18
Ca	11	7	6	2	0	0	26
Md	10	9	6	3	1	0	29
MdPi	12	8	3	2	0	0	25
CaPiPd	9	7	6	3	1	0	26
MiMd	12	7	4	1	0	0	24
Promedio de respuestas por ratón							24.66

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

## Medidas de pata en pruebas de inflamación

**Tabla 49**

*Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de 1200 mg/Kg de extracto*

Ratón	Medidas iniciales		Medidas Finales		Diferencia	
	PI	PD	PI	PD	PI	PD
PiCo	0.4	0.3	0.4	0.5	0	0.2
Ca	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.2
Md	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.2
MdPi	0.3	0.4	0.3	0.6	0	0.2
CaPiPd	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.2
MiMd	0.4	0.3	0.4	0.4	0	0.1

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

c) Testigo

### Respuestas de ratones en pata posterior

**Tabla 50**

*Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de indometacina*

Ratón	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Total
CaLoPi	7	7	5	1	0	0	20
MiCo	11	6	4	0	0	0	21
CaLoCo	8	3	0	0	0	0	11
CaMiPd	9	7	2	0	0	0	18
CaMiMd	8	9	1	0	0	0	18
Co	5	3	1	0	0	0	9
Promedio de respuestas por ratón							16.16

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

### Medidas de pata en pruebas de inflamación

**Tabla 51**

*Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 1*

Ratón	Medidas iniciales		Medidas Finales		Diferencia	
	PI	PD	PI	PD	PI	PD
CaLoPi	0.3	0.4	0.3	0.5	0	0.1
MiCo	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.0
CaLoCo	0.4	0.3	0.4	0.4	0	0.1
CaMiPd	0.4	0.4	0.4	0.5	0	0.1
CaMiMd	0.3	0.4	0.3	0.4	0	0.0
Co	0.4	0.3	0.4	0.3	0	0.0

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

d) Control

### Respuestas de ratones en pata posterior

**Tabla 52**

*Respuestas de 0-30 minutos con previa administración de agua destilada*

Ratón	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Total
PiPd	17	11	9	5	2	1	45
CaPi	16	9	7	6	3	2	43
MiPi	20	16	8	6	3	1	54
CaMiPi	20	17	9	3	1	0	50
CaMiLo	14	10	10	7	4	1	46
CaCo	22	17	11	6	3	0	59
Promedio respuestas por ratón							49.5

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

## Medidas de pata en pruebas de inflamación

**Tabla 53**

*Inflamación en pata antes y después de administrar formalina en Lote 2*

Ratón	Medidas iniciales		Medidas Finales		Diferencia	
	PI	PD	PI	PD	PI	PD
PiPd	0.4	0.4	0.4	0.7	0	0.3
CaPi	0.4	0.3	0.4	0.6	0	0.2
MiPi	0.4	0.4	0.4	0.7	0	0.3
CaMiPi	0.3	0.3	0.3	0.6	0	0.3
CaMiLo	0.3	0.3	0.3	0.6	0	0.3
CaCo	0.3	0.4	0.3	0.7	0	0.3

Nota: El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

## Anexo 11.7.6 Estadística de respuesta en pata. ANOVA de un factor y prueba de Tukey

**Tabla 54**

*Descriptivos de los 4 grupos experimentales. Respuesta en pata*

Grupos Experimentales	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					600 mg/Kg	6		
1200 mg/Kg	6	24.6667	3.66970	1.49815	20.8156	28.5178	18.00	29.00
Testigo	6	16.1667	4.95648	2.02347	10.9652	21.3682	9.00	21.00
Control	6	49.5000	6.09098	2.48663	43.1079	55.8921	43.00	59.00
Total	24	31.2917	13.66200	2.78874	25.5227	37.0606	9.00	59.00

**Tabla 55**

*Grupos experimentales. ANOVA*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3700.458	3	1233.486	41.637	.000
Dentro de grupos	592.500	20	29.625		
Total	4292.958	23			

**Tabla 56**

*Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Respuesta en pata. Prueba Tukey*

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
600 mg/Kg	1200 mg/Kg	10.16667*	3.14245	0.020	1.3711	18.9622
	Testigo	18.66667*	3.14245	0.000	9.8711	27.4622
	Control	-14.66667*	3.14245	0.001	-23.4622	-5.8711
1200 mg/Kg	600 mg/Kg	-10.16667*	3.14245	0.020	-18.9622	-1.3711
	Testigo	8.50000	3.14245	0.060	-.2955	17.2955
	Control	-24.83333*	3.14245	0.000	-33.6289	-16.0378
Testigo	600 mg/Kg	-18.66667*	3.14245	0.000	-27.4622	-9.8711
	1200 mg/Kg	-8.50000	3.14245	0.060	-17.2955	.2955
	Control	-33.33333*	3.14245	0.000	-42.1289	-24.5378
Control	600 mg/Kg	14.66667*	3.14245	0.001	5.8711	23.4622
	1200 mg/Kg	24.83333*	3.14245	0.000	16.0378	33.6289
	Testigo	33.33333*	3.14245	0.000	24.5378	42.1289

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Anexo 11.7.7 Estadística de grosor de pata. ANOVA de un factor y prueba de Tukey

**Tabla 57**

*Descriptivos de grosor en pata*

	N	Medi a	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para media		
					Límite inferior	Límite superior	
Inicio	600 mg/Kg	6	.3333	.05164	.02108	.2791	.3875
	1200 mg/Kg	6	.3167	.04082	.01667	.2738	.3595
	Testigo	6	.3500	.05477	.02236	.2925	.4075
	Control	6	.3500	.05477	.02236	.2925	.4075
	Total	24	.3375	.04945	.01009	.3166	.3584
Final	600 mg/Kg	6	.5333	.10328	.04216	.4249	.6417
	1200 mg/Kg	6	.5000	.06325	.02582	.4336	.5664
	Testigo	6	.4000	.08944	.03651	.3061	.4939
	Control	6	.6500	.05477	.02236	.5925	.7075
	Total	24	.5208	.11788	.02406	.4711	.5706

**Tabla 58**

*Medida de pata. ANOVA*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
inicio	Entre grupos	.005	3	.002	.591	.628
	Dentro de grupos	.052	20	.003		
Final	Entre grupos	.191	3	.064	9.935	.000
	Dentro de grupos	.128	20	.006		

**Tabla 59**

*Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Grosor en pata. Prueba de Tukey*

Variable dependiente	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
inicio	Testigo	600 mg/Kg	.01667	.02934	.940	-.0655	.0988	
		1200 mg/Kg	.03333	.02934	.672	-.0488	.1155	
		Control	.00000	.02934	1.000	-.0821	.0821	
	Control	600 mg/Kg	.01667	.02934	.940	-.0655	.0988	
		1200 mg/Kg	.03333	.02934	.672	-.0488	.1155	
		Testigo	.00000	.02934	1.000	-.0821	.0821	
	final	Testigo	600 mg/Kg	-.13333*	.04625	.042	-.2628	-.0039
			1200 mg/Kg	-.10000	.04625	.168	-.2294	.0294
			Control	-.25000*	.04625	.000	-.3794	-.1206
Control		600 mg/Kg	.11667	.04625	.087	-.0128	.2461	
		1200 mg/Kg	.15000*	.04625	.020	.0206	.2794	
		Testigo	.25000*	.04625	.000	.1206	.3794	

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Anexo 11.7.8 Prueba de analgesia

**Tabla 60**  
*Contorsiones en ratones cada 5 minutos durante 45 minutos*

Grupo experimental	Ratón	Minutos								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Testigo	CaLoPi	0	3	0	0	1	2	0	0	0
	MiCo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CaLoCo	0	2	0	0	2	0	0	0	0
	CaMiPd	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	CaMiMd	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Co	0	1	0	2	0	1	1	0	0
Control	PiPd	4	5	5	6	6	6	4	3	3
	CaPi	6	16	8	13	11	9	9	9	3
	MiPi	11	13	12	11	9	11	10	9	6
	CaMiPi	14	17	16	9	11	15	13	14	10
	CaMiLo	16	20	15	14	14	12	10	9	8
	CaCo	11	9	3	7	4	8	8	6	2
200 mg/Kg	CaLo	8	9	11	9	10	6	2	6	2
	CaPd	2	7	6	12	11	14	10	6	6
	Mi	3	6	10	11	9	5	7	5	2
	CaMi	9	9	8	5	8	3	2	3	4
	LoCo	11	9	11	11	10	9	8	9	4
	Pd	14	16	13	7	9	7	10	5	5
400 mg/Kg	LoPi	4	5	7	6	6	2	7	3	1
	Pi	2	2	6	5	6	3	2	1	0
	MiPd	5	6	8	9	9	9	5	3	4
	LoPd	1	9	6	4	8	3	2	1	1
	CaLoPd	0	2	4	2	8	5	5	2	4
	LoPdCo	5	7	8	9	5	7	5	2	0
600 mg/Kg	MdPiCo	0	5	3	4	2	2	2	0	0
	MdPd	0	1	6	6	4	1	0	0	0
	MdCo	0	0	1	2	1	0	3	4	2
	CaMd	0	2	7	9	4	2	4	2	0
	MiLo	0	1	1	0	2	4	3	3	2
	Lo	1	5	8	6	3	3	1	0	0
1200 mg/Kg	PiCo	0	2	2	0	0	2	1	0	0
	Ca	0	0	1	0	0	2	1	2	0
	Md	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MdPi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CaPiPd	0	0	1	0	2	0	0	0	0
	MiMd	0	0	2	0	2	1	0	0	0

*Nota:* El marcado fue dado conforme lo establecido en la Tabla 13.

**Anexo 11.7.8.1 Estadística de contorsiones. ANOVA de un factor y prueba de Tukey**

**Tabla 61**  
*Descriptivos de grupos experimentales en prueba de contorsiones*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
Testigo	6	2.83	2.563	1.046	.14	5.52
Control	6	85.50	31.214	12.743	52.74	118.26
200 mg/Kg	6	69.00	13.885	5.669	54.43	83.57
400 mg/Kg	6	40.17	11.374	4.643	28.23	52.10
600 mg/Kg	6	20.33	6.653	2.716	13.35	27.32
1200 mg/Kg	6	3.50	3.017	1.232	.33	6.67
Total	36	36.89	34.848	5.808	25.10	48.68

**Tabla 62**  
*Prueba de contorsiones. ANOVA*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	35721.556	5	7144.311	31.603	.000
Dentro de grupos	6782.000	30	226.067		
Total	42503.556	35			

**Tabla 63**  
*Comparaciones múltiples entre los grupos experimentales. Prueba de contorsiones Prueba de Tukey*

(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Testigo	Control	-82.667 <sup>*</sup>	8.681	.000	-109.07	-56.26
	200 mg/Kg	-66.167 <sup>*</sup>	8.681	.000	-92.57	-39.76
	400 mg/Kg	-37.333 <sup>*</sup>	8.681	.002	-63.74	-10.93
	600 mg/Kg	-17.500	8.681	.357	-43.90	8.90
	1200 mg/Kg	-.667	8.681	1.00	-27.07	25.74
Control	Testigo	82.667 <sup>*</sup>	8.681	.000	56.26	109.07
	200 mg/Kg	16.500	8.681	.421	-9.90	42.90
	400 mg/Kg	45.333 <sup>*</sup>	8.681	.000	18.93	71.74
	600 mg/Kg	65.167 <sup>*</sup>	8.681	.000	38.76	91.57
	1200 mg/Kg	82.000 <sup>*</sup>	8.681	.000	55.60	108.40

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## 12.0 BIBLIOGRAFÍA

1. Abad, M. y Bermejo, P. (2007) *Baccharis* (Compositae): a review update, Department of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, University Complutense. ARKIVOC Journal, 1(7), 76-96.
2. Agudelo I., Isolabella, S., Filip, S., Wagner, M. y Ricco, R. (2016). *Baccharis spicata* (Lam) Baill: Polyphenol screening, determination of their antioxidant activity and their main polyphenolic metabolites. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(6), 278-285.
3. Aguilar, E., Anaya, B., Alarcón, J. y Tinco, A. (2007). Etnobotánica, fitoquímica y farmacología de especies del género *Baccharis* (Asteraceas) utilizadas como plantas medicinales en el departamento de Ayacucho. *Ciencia e Investigación*, 10(1), 13-19.
4. Alonso, J. (2007). *Tratado de Fitofármacos y nutracéuticos*. Argentina: CORPUS.
5. Aparicio, A. (2005). La medicina tradicional como medicina ecocultural. *Gazeta de Antropología*, 21(10), 1-9.
6. Avella, D., Ortíz, C. y Mendoza, A. (2008). Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para Alimentación Animal. *Centro Nacional de Metrología*, 1-5.
7. Barragán, A. (2006). El dolor crónico: una visión antropológica de acuerdo a familiares y pacientes. *Medigraphic*, México. 8(2), 109-117.
8. Berenzon, S., Ito, E. y Vargas, L. (2006). Enfermedades y padeceres por los que se recurre a terapeutas tradicionales en la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, 48(1), 45-56.
9. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Recuperado de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Baccharis%20salicifolia&id=7008>
10. Boada, M., Colom, A. y Castelló N. (2011). La experimentación animal. *TRERECPRO*, 2-40. Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/80084/la\\_experimentacion\\_animal.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2011/80084/la_experimentacion_animal.pdf)
11. Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales*. España: ACRIBIA.
12. Burrows, G. y Tyrl, R. (2013). *Toxic Plants of North America*. Iowa, USA: WILLEY-BACKWELL.
13. Carrizo, R., Ponzi, M., Ardanaz, C., Tonn, C. y Donadel, O. (2009). Chemical composition of essential oil of *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavon) Pers. and antibacterial activity. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 54(4), 475-476.
14. Castro, A., Cruz, J., y Ruiz, L. (2009). Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza. *Convergencia*, 16(50), 353-382.
15. Castro, L. y Alzate, M. (2008). *Estudio preliminar de la actividad biológica de extractos de Annona cherimolia Mill.* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías, Pereira.



16. Chevallier, A. (1996). *Enciclopedia de plantas medicinales*. Gran Bretaña: Acento Editorial.
17. CONABIO (2017). Malezas de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/baccharis-salicifolia/fichas/ficha.htm>
18. De la Torre, A. (2014). Las plantas medicinales mexicanas más usuales y sus propiedades. *Ecoosfera*. Recuperado de <http://ecoosfera.com/2014/11/las-plantas-medicinales-mexicanas-mas-usuales-y-sus-propiedades/>
19. Elejalde E. (1999). Aplicación de métodos espectroscópicos al estudio de las características cromáticas de los componentes polifenólicos presentes en vinos. *Fórmula*, 5(1), 39-66.
20. Flora of North America (2008). *Baccharis salicifolia*. Recuperado de [http://efloras.org/object\\_page.aspx?object\\_id=57424&flora\\_id=1](http://efloras.org/object_page.aspx?object_id=57424&flora_id=1)
21. Freire, S., Urtubey, E, y Giuliano, D. (2007). Epidermal characters of *Baccharis* (Asteraceae) species used in traditional medicine. *Caldasia*, 29(1), 23-38.
22. Gaete, F., Amaro, J., Calfuman, A., Jara, R. y Toro, P. (2012). Procedimientos para la preparación de la formalina neutral al 10%. *Hospital Santiago Oriente*. 97-100.
23. García J., de la Rosa, L., Herrera, B., González, A., López, J., González, G., Ruíz, S. y Álvarez, E. (2005). Cuantificación de polifenoles y capacidad antioxidante en duraznos comercializados en Ciudad Juárez, México. *Tecnociencia Chihuahua*, 5(3), 67-75.
24. García, G. (2014). *Plantas medicinales de Aguascalientes*. Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
25. Gómez, H., González, K. y Medina, J. (2011). Actividad antiinflamatoria de productos naturales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 10(3), 182–217.
26. Gómez, O., Sesma, S., Becerril, V., Knaul, F., Arreola, H. y Frenk, J. (2011). Sistema de Salud en México. *Salud Pública de México*, 53 (2), 220-232.
27. González, C., Méndez, J., Romero, J., Bustamante, J. Castro, R. y Jiménez, M. (2012). Cuidados paliativos en México. *Revista Médica del Hospital General de México*, 75(3), 173-179.
28. González, E, Villca T., y Loza, R. (2007). Evaluación de la actividad antiinflamatoria de ocho especies del género *Baccharis*: *B. articulata*, *B. dracunculifolia*, *B. salicifolia*, *B. ulcina*, *B. latifolia*, *B. pentlandii*, *B. obtusifolia*, *B. subalata*. *Revista Boliviana de Química*, 24(1), 41-44.
29. González, M. (2000). Modelos animales de dolor y aspectos éticos de la experimentación animal. *Revista de la Sociedad Española*, 7(5), 313-318.
30. Guardia, T., Rotelli, A., Juarez, A. y Pelzer, L. (2001). Anti-inflammatory properties of plant flavonoids. Effects of rutin, quercetin and hesperidin on adjuvant arthritis in rat. *Farmacología*, 56(9), 683–687.
31. Harborne, J. y William C. (2000). *Advances in flavonoid research since 1992*. Phytochemistry. España: ELSEVIER.
32. Hudson, R., Lacleite, J., Lomelí, C., Mancilla, R., Morales, M., Ostrosky, P. y Rojas, E. (2007). Código Ético para el Personal Académico del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, *ResearchGate*, 1-60.

33. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Censo de Población y Vivienda. México. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>
34. Kottow, M. (2006). Bioética e investigación con seres humanos y en animales. *Comité Asesor de Bioética de CONICYT*. Santiago. Recuperado de <http://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2012/10/Libro-1-Bio%C3%A9tica-e-investigaci%C3%B3n-con-seres-humanos-y-animales.pdf>.
35. López, M. (2012). Manual de plantas medicinales. España: Fundación de religiosos para la salud.
36. Martino, V. (2000). Los flavonoides como promisorios agentes preventivos y terapéuticos. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 19(4), 303-308.
37. Maureen, A. y Prieto, E. (1999). Plantas que contienen polifenoles, antioxidantes dentro del estilo de vida. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 18(1), 12-14.
38. Menéndez, C., Suárez, A. y Vargas, G. (2013). *Investigación sobre la potencial toxicidad de Baccharis ochracea (mio-mio blanco) en bovinos*. (Tesis de Doctorado). Universidad de la República, Uruguay.
39. Mould, J., Peláez, I., Vázquez, J., Terán, L., Esquivel, J., Ventura, L., Aceves, F., Bernard, A., Goycochea, A., Hernández, A. y Burgos, R. (2008). El costo de las principales enfermedades reumáticas inflamatorias desde la perspectiva del paciente en México. *Gaceta médica de México*, 144(3), 225-231.
40. Muñetón, P. (2009). Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Erick Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria*. UNAM, 10(9), 1-9.
41. Muñoz, E., Rivas, K., Loarca, M., Mendoza, S., Reynoso, R., y Ramos, M. (2012). Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 3(3), 481-495.
42. Ocegueda, S., Moreno, E. and Koleff, P. (2005). Plantas utilizadas en la medicina tradicional y su identificación científica. CONABIO. *Biodiversitas*, 62(1), 12-15.
43. Organización Mundial de la Salud (2003). Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección de plantas medicinales. Ginebra. Recuperado de <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s5527s/s5527s.pdf>
44. Ordoñez, E., León, A., Reátigui, D. y Sandoval C. (2012). Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza, flores y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Investigación y Amazonia*; 1(2), 48-52.
45. Ortega, A., Roca, A. y Micó, J. (2002). Modelos animales de dolor. Una visión crítica. *Revista de la Sociedad Española*, 9(1), 447-453.
46. Ortega, R. (2006). Cultura del dolor, salud y enfermedad: percepción de enfermería, usuarios de salud y curanderos. *Cultura de los Cuidados*, 1(19), 63-72.
47. Pérez, A., López, A. y Grau, I. (2002). Antiinflamatorios no esteroideos (AINES). *Revista Cubana de estomatología*, 39(2), 203-212.

48. Pino, O. y Lazo, F. (2010). Ensayo de *Artemia*: útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales. *Protección vegetal*, 25(1), 34-43.
49. Prada, J., Orduz, L. y Coy, E. (2016). *Baccharis latifolia*: Una Asteraceae poco valorada con potencialidad química y medicinal en el neotrópico. *Universidad Militar Nueva Granada*, 12 (1), 92-105.
50. Ramírez, G., Reyes, M. y Cruz, A. (2013). Estudio del nejayote como medio de crecimiento de prebióticos y producción de bacteriocinas. México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 12 (3), 463-471.
51. Salazar, W., Cárdenas, J., Villafuente, S., Fernández, I., Villegas, L., Pacheco, L. y Untiveros, G. (2007). Estudio fitoquímico y de la actividad antihelmíntica de los extractos de *Euphorbia huanchahana* Y *Baccharis salicifolia*. *Revista de la Sociedad Química*, 73(3), 150-157.
52. Sanabria, A. y Sandra, L. (1997). Estudio fitoquímico preliminar letalidad sobre *Artemia salina* de plantas colombianas. *Ciencias Químicas Farmacéuticas*, 1 (26), 15-19.
53. Sánchez, A. (2015). *Toxicidad aguda en Artemia franciscana Kellogs de aceites esenciales de cinco especias*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México.
54. Silva, J., Torrejón, G., Bay-Schmit, E. y Larrain, A. (2003). Calibración del bioensayo de toxicidad aguda con *Daphnia pulex* (crustacea: cladocera) usando un toxico de referencia. *Gayana*, 67(1), 87-96.
55. Terraza, F. (2013). *Recuperación de ácido ferúlico a partir del licor de cocimiento (nejayote) del proceso tradicional de nixtamalización del maíz blanco*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
56. Tiburcio J., Condezo, L. & Asquiere, E. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Ciência e Tecnología de Alimentos*, 30(Supl.1), 151-160.
57. Toro, V. (2009). *Evaluación de la actividad analgésica aguda y crónica de Phytolacca dioica*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, Santiago de Chile.
58. TROPICOS (2007). Missouri Botanical Garden. *Baccharis salicifolia* (Ruíz & Pav.) Pers. Recuperado <http://www.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=2701905&projectid=0&conceptid=1>
59. Verdinez, A. y Zapata, J. (2015). Evaluación del efecto antiinflamatorio y analgésico del ácido dihidrotucomanóico. Jóvenes en la Ciencia. *Revista de divulgación científica*, 1(2), 127-131.
60. Victoria, M. y Morón, F. (2010). Bioética en experimentación animal para validar usos de plantas medicinales en el Laboratorio Central de Farmacología. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 15(3), 157-168.
61. Villaseñor, J. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 559–902.