



# MEDICINA TRADICIONAL

BASES CULTURALES Y CIENTÍFICAS

Denisse Atenea de Loera Carrera  
Miriam Rubí de los Milagros Gamboa León

**UASLP**







# MEDICINA TRADICIONAL

BASES CULTURALES Y CIENTÍFICAS



Denisse Atenea de Loera Carrera  
Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León

Loera Carrera, Denisse Atenea de, Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León.

*Medicina tradicional. Bases culturales y científicas /* Denisse Atenea de Loera

Carrera, Miriam Rubí de los Milagros Gamboa León ; — San Luis Potosí, SLP.

2023

143 p. ; 20 x 24 cm — (Colección Tecnologías y Ciencias Aplicadas)

© Denisse Atenea de Loera Carrera

© Miriam Rubí de los Milagros Gamboa León

D. R. © Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Edición a cargo de la Dirección de Fomento Editorial y Publicaciones

Ilustraciones botánicas: Rafael Jeshua Rivera Gallegos

Textos de imágenes: Gabriela d'Arbel Carlos

Ilustración de médicos tradicionales: Ikram de Loera Torres

ISBN impreso: 978-607-535-353-1

ISBN digital: 978-607-535-350-0

Impreso en México

Todos los derechos reservados. Esta obra no puede ser reproducida en todo o en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma y medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico por fotocopia o cualquier otro, sin permiso previo del titular de los derechos patrimoniales.

# MEDICINA TRADICIONAL

---

---

## BASES CULTURALES Y CIENTÍFICAS

### Coordinación

Denisse Atenea de Loera Carrera  
Miriam Rubí de los Milagros Gamboa León

### Colaboraciones:

María del Socorro Santos Díaz  
Elisa Leyva Ramos  
Erika G. Escobedo A.  
Silvia E. Loredó Carrillo  
Ma. del Carmen González Castillo  
Aída Jimena Velarde Salcedo  
Gabriela Navarro Tovar  
Luis Jesús Castillo Pérez  
Candy Carranza Álvarez  
Lluvia Itzel López López  
Bertha Irene Juárez Flores  
Carmen del Pilar Suárez Rodríguez  
Beatriz Ramos Zúñiga  
María de los Ángeles Tangoa Villacorta  
Juan José Maldonado Miranda



# Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>10</b>
Dr. Jorge Chávez Hernández	
<b>Presentación</b>	<b>13</b>
Alejandro Javier Zermeño Guerra	
<b>Introducción</b>	<b>14</b>
Denisse Atenea de Loera Carrera	
Miriam Rubí de los Milagros Gamboa León	
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Medicina tradicional</b>	<b>17</b>
Denisse Atenea de Loera Carrera	
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Uso de plantas en el tratamiento de enfermedades</b>	<b>37</b>
Denisse Atenea de Loera Carrera	
Luis Jesús Castillo Pérez	
Candy Carranza Álvarez	
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Metabolitos secundarios</b>	<b>59</b>
Lluvia Itzel López-López	
Bertha Irene Juárez Flores	

<b>Capítulo 4</b> <b>Uso del cultivo in vitro para la propagación de especies vegetales</b>	<b>71</b>
María del Socorro C. Santos Díaz	
<b>Capítulo 5</b> <b>Investigaciones de productos naturales en la UASLP</b>	<b>85</b>
Candy Carranza Álvarez	
Luis Jesús Castillo Pérez	
Erika G. Escobedo-Avellaneda	
Elisa Leyva Ramos	
Silvia E. Loredó-Carrillo	
María del Carmen González Castillo	
Aída Jimena Velarde Salcedo	
Gabriela Navarro Tovar	
María del Socorro C. Santos Díaz	
<b>Capítulo 6</b> <b>Medicina tradicional en la Huasteca mexicana y Amazonía peruana. Mitos y verdades para un turismo comunitario</b>	<b>115</b>
María de los Ángeles Tangoa Villacorta	
Carmen del Pilar Suárez-Rodríguez	
Beatriz Ramos-Zúñiga	
Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León	
<b>Plantas medicinales mexicanas</b>	<b>125</b>
Ilustraciones: Rafael Jeshua Rivera Gallegos	
Edición de textos: Gabriela d'Arbel Carlos	

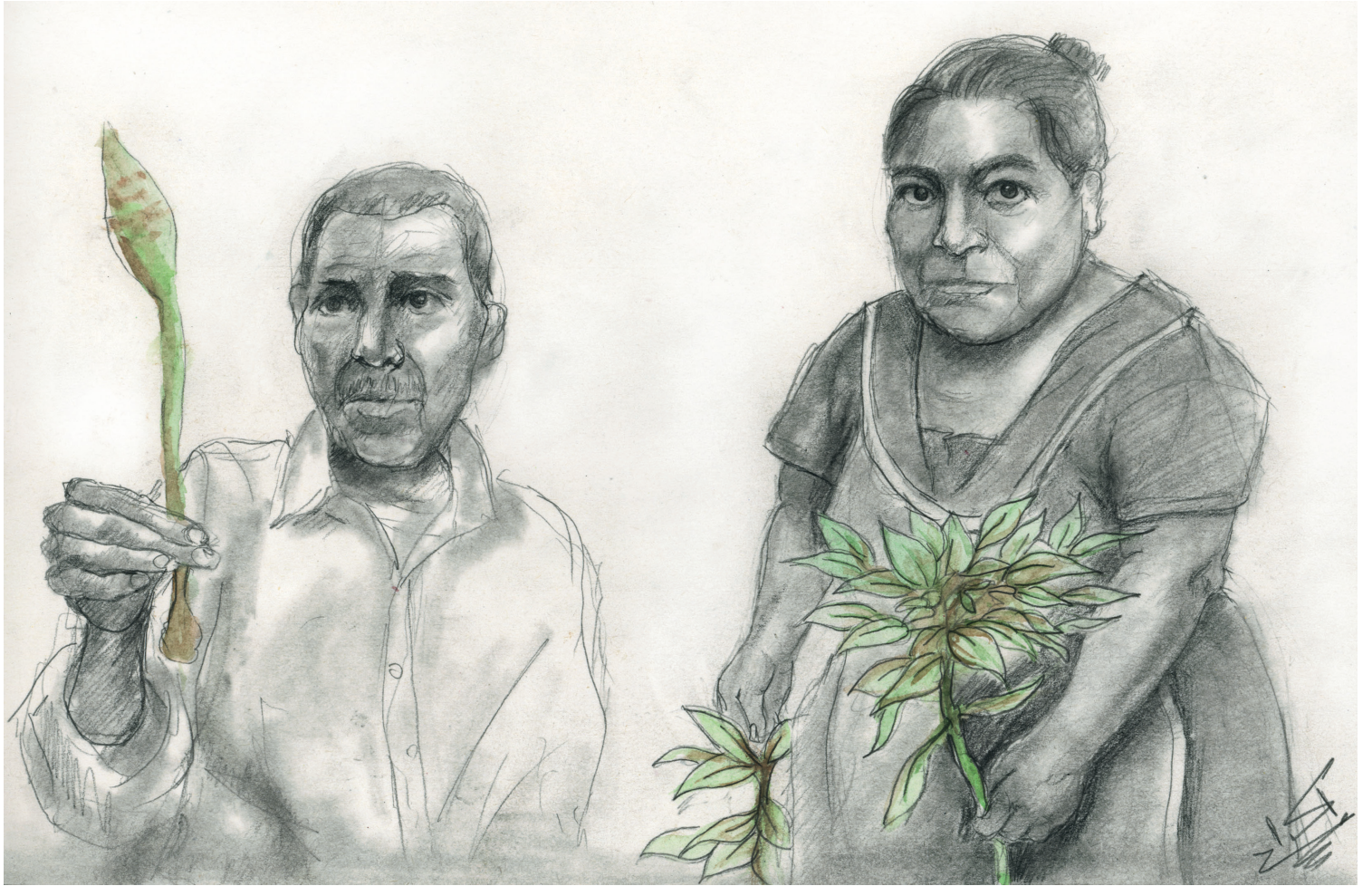




## **Representación de un médico y una médica tradicional de la Huasteca potosina**

Autor: Ikram de Loera Torres

Como muestra de nuestra gratitud y del valor que consideramos tienen las médicas y los médicos tradicionales, acerca de los conocimientos ancestrales de las plantas medicinales, que nos han confiado y compartido para el avance de la ciencia. Gracias a todos, médicas y médicos tradicionales, y por figurar a dos de tantos en la Huasteca potosina, aquí se ilustran al médico José Tiburcio Diego (1938-2021), quién nació un 5 octubre en Barrio, Santiago, Tamazunchale, SLP, donde vivió toda su vida; fue médico tradicional por 55 años y nos mostró la planta de jengibre, y a Eustolia Zuviri de la Cruz, médica tradicional de plantas medicinales en Enramaditas, Tamazunchale, SLP, con más de 30 años de experiencia, quien nos hizo el favor de coleccionar la planta medicinal aceitilla.



# Prólogo

Desde una visión global, existen dos maneras de acceder al conocimiento: una es a través de la experiencia, tanto personal como del grupo, llamado conocimiento empírico. La otra mediante una metodología preestablecida y controlada, que conocemos como conocimiento científico.

Aplicado a la medicina, se dice que el acto de curar es un arte (conocimiento empírico) y una ciencia (conocimiento científico).

En este libro, la doctora Denisse de Loera se propone conjuntar lo mejor de los dos mundos, revalorando la gran tradición empírica de nuestro pueblo en lo que se ha denominado Medicina Tradicional; a la vez, nos presenta, con los estudios de investigación de sus colegas, las bases científicas y tecnológicas que validan lo que nuestros ancestros descubrieron y practicaron desde hace varios siglos y que persiste hasta ahora en nuestro país, sobre todo en las zonas rurales y suburbanas, con la herbolaria tradicional y las prácticas de sanación basadas en la naturaleza.

Este es un libro valioso en muchos aspectos: el primero de ellos es que nos muestra claramente cómo el trabajo en equipo es posible, necesario y productivo, a fin de encontrar las mejores opciones de tratamiento, en los ámbitos individual y social, aplicando el conocimiento tradicional como base de una indagación meticulosa, racional y experimental.

Por otro lado, es altamente gratificante conocer, de primera mano, lo que hacen los investigadores en el ámbito universitario local. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí mantiene, según se demuestra en esta obra, altos estándares en docencia e investigación práctica y científica en los aspectos de salud humana y ambiental.

La identificación y clasificación exhaustiva de los metabolitos secundarios, esos compuestos aislados en las plantas con actividad biológica importante como antiinflamatorios, antibióticos o anticancerígenos, es uno de los aportes importantes de nuestros científicos, tal como se reseña en este libro, así como el cultivo *in vitro* de las células y tejidos vegetales para la propagación y conservación de las plantas curativas, con particular interés en las cactáceas, que constituyen nuestra riqueza autóctona vegetal, para bien de nuestro país y de la humanidad entera.

De particular interés resulta la investigación de los alcaloides de origen vegetal, por su actividad biológica sobre el sistema nervioso central con sus efectos analgésicos y psicotrópicos, así como los terpenoides que se utilizan en los aceites esenciales de las plantas aromáticas, tanto por su acción terapéutica como para su uso cosmético y regenerativo.

Por otra parte, la actividad antiviral que se ha encontrado en los metabolitos secundarios de algunas plantas abren

un vasto campo de investigación como agentes útiles para contrarrestar las nuevas enfermedades derivadas de las infecciones virales.

Las investigaciones reseñadas en este libro tienen una enorme importancia por su visión ecológica en beneficio del medio ambiente, cuando se nos presentan las técnicas de cultivo *in vitro* por la micropropagación, a través de la cual puede obtenerse una enorme cantidad de materia prima vegetal para la extracción de los componentes activos, sin provocar deforestación o daño al medio ambiente.

Este libro cumple, a fin de cuentas, un objetivo primordial en nuestra sociedad que es el hacer conciencia de nuestra conexión e interdependencia con la naturaleza a través de las plantas, no sólo como alimento, protección y curación, sino también por esa relación ancestral con el espíritu de la vida que fluye a través de cada especie vegetal y que confluye en nuestras propias células y sangre como el común denominador de la existencia, de la Vida (así, con mayúscula) que nos integra a todos los seres vivos en un mismo cuerpo y un solo espíritu.

Enhorabuena por este libro que nos recuerda nuestras raíces culturales, biológicas y espirituales.

Dr. Jorge Chávez Hernández







# Presentación

La Organización Mundial de la Salud valora la importancia de la medicina tradicional en función de su impacto curativo, de prevención y diagnóstico de enfermedades en muchas regiones del planeta.

Esas prácticas, enfoques, conocimientos y creencias sanitarias basados en plantas, animales y/o minerales, así como visiones del mundo y del conocimiento ancestral, provienen de contextos culturales diversos.

Durante siglos hemos preservado estas formas de conocimientos y prácticas de salud basadas en la experiencia, en la tradición pragmática y la transmisión oral por generaciones. Es un fenómeno que tiene grandes repercusiones en muchas comunidades.

Por ello, es tan importante que investigadoras e investigadores de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí aborden de manera científica el estudio de la medicina tradicional.

Este libro muestra la trascendencia de los estudios que están llevando a cabo nuestros académicos y académicas, y es indicativo de la importancia de la preservación del cultivo y cuidado de las plantas medicinales. A través de sus páginas podemos encontrar diferentes enfoques sobre la medicina tradicional, que es base de trabajos científicos realizados con

la ayuda de médicos y médicas tradicionales o practicantes comunitarios de diferentes regiones del estado, recuperando su sabiduría ancestral.

Sin duda, desde esta institución tenemos la responsabilidad de rescatar y mantener tradiciones y formas de conocimiento, ya que gracias a las aportaciones de la medicina tradicional ancestral han podido realizarse diferentes investigaciones y proyectos de impacto en la salud pública y en beneficio del equilibrio del ecosistema, rescatando uno de los valores más importantes que tenemos: nuestra historia.

Alejandro Javier Zermeño Guerra  
Rector  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí



# Introducción

A través de sus seis capítulos, este libro busca dar a conocer lo que es la medicina tradicional y su importancia, el uso de las plantas y por qué tienen propiedades benéficas para la salud; todo ello como parte del trabajo que desarrollan en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) investigadoras e investigadores, que se abocan al estudio de plantas medicinales.

El primer capítulo aborda desde la definición de medicina tradicional hasta la propuesta de incorporar en los servicios de salud pública la medicina y la partería tradicional, pasando por su historia; también nos acerca a los diferentes tipos de curanderos o médicos tradicionales que hay en la actualidad, así como diferentes tipos de medicina alternativa, sistemas terapéuticos complejos, técnicas de diagnóstico, tratamientos complementarios y medidas de autoayuda. Para concluir este apartado, se señalan las políticas y normativas actuales que tienen la finalidad de rescatar, preservar, impulsar y difundir ampliamente el conocimiento de la medicina, los tratamientos y las prácticas tradicionales, designando el 22 de octubre como el Día Mundial de la Medicina Tradicional.

En el capítulo 2 se encontrará el uso de plantas en el tratamiento de diversas enfermedades, sus preparaciones y terapias complementarias en las que se utilizan. Resulta muy relevante la referencia sobre la toxicidad que pueden presentar algunas plantas, lo cual es fundamental para su uso adecuado.

Las plantas tienen propiedades biológicas, por lo que en el capítulo 3 se explica quiénes son los responsables de que estas plantas sean medicinales o, en su caso, tóxicas y su importancia biológica.

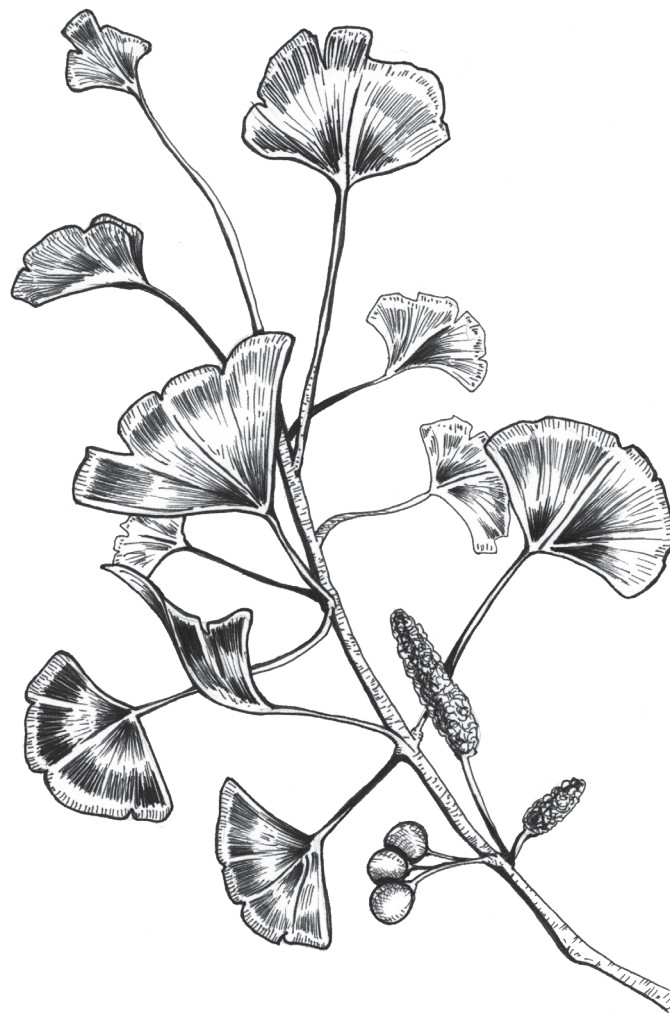
Algunas plantas medicinales están en peligro de extinción o el tiempo requerido para su desarrollo es largo, por lo que el capítulo 4 trata del uso del cultivo *in vitro* para la propagación de especies vegetales, lo cual permite su estudio o aplicación sin arriesgar la planta. El empleo de esta técnica se extiende en el capítulo 5, donde se hace referencia a investigaciones científicas que se han realizado con plantas medicinales en diferentes dependencias de la UASLP, y muy importante mencionar que se llevaron a cabo con la ayuda de médicos y médicas tradicionales y practicantes comunitarios de diferentes regiones del estado.

Finalmente, en el capítulo 6 se plasma la importancia de la medicina tradicional mexicana y amazónica peruana para el turismo comunitario, donde prevalecen los mitos y verdades envueltos en un misticismo milenario, y donde —paralelamente— existen médicos y médicas tradicionales que ofrecen sus servicios, representando identidad, cultura y conocimiento. Incluso, hay menciones de plantas de alto valor nutritivo que son base de platillos tradicionales. Todo esto representa, incluso, un atractivo turístico, por ejemplo, para la Huasteca potosina, tal como hoy en día lo es la

Amazonía peruana, lugar al que acuden miles de turistas en búsqueda de tratamientos curativos y de relajación.

Esperamos que este libro constituya un empuje importante para que investigadoras e investigadores de la UASLP y de otras instituciones de educación superior reconozcamos y valoremos que la base y origen de nuestras investigaciones científicas ha sido a partir de las plantas medicinales, de la medicina tradicional, y de la sapiencia de las médicas y los médicos tradicionales o practicantes de la medicina tradicional de culturas ancestrales, y que ello nos lleve a a crear e innovar caminos de equidad y respeto por la medicina tradicional.

Denisse Atenea de Loera Carrera  
Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León



## **Ginko**

*Ginkgo biloba*

Es un excelente oxigenador del cerebro, por lo que puede ayudar con la demencia y el alzhéimer.



---

### Madroño

*Arbutus arizonica*

Usado como diurético, contiene la arbutina, elemento esencial para combatir infecciones urinarias, cistitis, cálculos, cólicos renales, así como diarrea y disentería.

# CAPÍTULO 1



## Medicina tradicional



Denisse Atenea de Loera Carrera

Cuando se piensa en medicina tradicional, generalmente vienen a la mente imágenes de personas de tiempo atrás haciendo uso de recursos naturales, como plantas y animales; imaginamos que es una práctica que ya no es actual y son escasos los lugares donde todavía se recurre a ella.

Pero la realidad es que, a pesar de ser una práctica muy antigua, sigue vigente y brinda las bases para terapias que utilizamos hoy en día. Además, es una fuente de conocimiento muy importante en el área de la salud y la química.

La información que se brindará en estas páginas permitirá comprender qué es la medicina tradicional, lo que representa para la comunidad y el estado, así como su importancia en la salud y bienestar.

## 1.1. Definición

Empecemos por conocer las definiciones que el día de hoy tiene la medicina tradicional, así como comprender conceptos relacionados con ella.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la medicina tradicional como “la suma de conocimientos, habilidades y prácticas basadas en teorías, creencias y experiencias indígenas propias de diferentes culturas, sean explicables o no, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas o mentales” (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Otro término que seguro has escuchado, y que no se refiere propiamente a la medicina tradicional, es la medicina complementaria o alternativa, a la cual la OMS se refiere como “un amplio conjunto de prácticas de atención para la salud que no forman parte de la tradición ni de la medicina convencional de un país, ni están totalmente integradas en el sistema de salud predominante” (OMS, 2013). Por lo tanto, en nuestro país pudiera considerarse a la medicina tradicional como una complementaria o alternativa, ya que nuestra atención primaria de salud considera principalmente a la convencional.

Otro término que seguramente ha sido escuchado es el de medicina holística, definida como “la visión totalizadora e integradora de ese proceso llamado Salud-Enfermedad” (Chávez, 2008), lo cual está muy relacionado con lo que la OMS señala respecto a que la salud no sólo es ausencia de enfermedad, sino un estado de completo bienestar físico, psíquico y social. Es decir, la medicina holística considera el cuerpo físico, el cuerpo etéreo y la capacidad mental de la persona, la trilogía mente-cuerpo-energía vital; no sólo repara, sino que busca que el ser humano tenga armonía.

Esta visión de armonizar y equilibrar cuerpo-mente-espíritu también es considerada en la medicina tradicional indígena de nuestro país, destinada a la atención de padecimientos y procesos desequilibrantes. Se define como “un sistema de conceptos, creencias, prácticas y recursos materiales y simbólicos cuyo origen se remonta a las culturas prehispánicas” (Zolla, 2005). Considera que la salud se relaciona con los

conceptos de armonía, del ser feliz, de la protección contra las agresiones de origen externo, de la relación de los seres vivos con la naturaleza, divinidades y cosmos, y consideran que la enfermedad es producto de un desequilibrio que se manifiesta físicamente con procesos de frío o calor (Almaguer González y otros, 2014). Los médicos tradicionales indígenas incluso recurren a rituales, limpias y la purificación mediante la visita a lugares sagrados y el temazcal.

Considerando estas definiciones y visiones, para que exista la medicina tradicional es necesario contar con dos elementos principales: la riqueza natural y la cultural. De acuerdo a lo anterior, la medicina tradicional es considerada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) como un “conjunto de prácticas y conocimientos sobre el cuerpo humano de los pueblos indígenas como consecuencia de la convivencia con los demás seres humanos, con la naturaleza y con los seres espirituales” (OPS, 2007).

## 1.2. Historia

La información sobre las enfermedades, la salud y la medicina en el México prehispánico se ha encontrado al examinar y analizar restos óseos y cadáveres de ese tiempo, en los que se pueden observar o interpretar —de cierta forma— padecimientos, malformaciones y posibles causas de muerte; algunas esculturas y pinturas también son manifestaciones de determinadas enfermedades, incluyendo los códices (Matos Moctezuma, 2005).

En el México antiguo, la salud de sus culturas se obtenía mediante el equilibrio entre el cuerpo y las diferentes fuerzas naturales y sobrenaturales. Esto se expresaba y se recordaba a la población azteca en las pláticas de ancianos conocidas como huehuethahtolli, como se menciona en el *Códice Florentino*: “vivimos sobre la tierra, viajamos hacia el abismo. Un abismo se abre acá, otro abismo se abre allá. De inclinarte hacia una parte o inclinarte hacia la otra, caerás. Sólo por el medio ha de irse, así ha de vivirse”. Por lo que, para ellos la conservación de la salud era el equilibrio, y la causa de enfermedad era el desequilibrio.



Figura 1. Sección del *Códice Florentino*.

Sus normas esenciales a cumplir y respetar eran el equilibrio (físico, hacia la sociedad y con los dioses), la moderación y el cumplimiento del deber. Para ellos, mantener el



equilibrio requería moderación en la dieta, ejercicio y un comportamiento adecuado, ya que el exceso de trabajo y el cansancio provocaban un desequilibrio al generar un sobrecalentamiento del *tonalli* de la persona (Ortiz de Montellano, 2005). Estas consideraciones nos serían de gran ayuda si las aplicáramos en la vida actual, pues el ritmo acelerado y la carga laboral muchas veces no nos permiten mantener ese equilibrio, lo que nos genera estrés y deriva en enfermedades, desde leves hasta graves, como el cáncer.

Para los aztecas, el *tonalli* era la fuerza anímica relacionada con el sol y el calor y se concentraba en la coronilla; se piensa que permitía el crecimiento y la vitalidad de los hombres, y que su ausencia podía causar enfermedad y muerte (Ortiz de Montellano, 2005). En algunos textos del *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*, también conocido como *Códice de la Cruz-Badiano* o *Códice Badiano*, se encuentra documentado que para mantener este equilibrio los aztecas recurrían al uso de recursos naturales, entre ellos las plantas medicinales (Lozoya, 1999).



Figura 2. Sección del *Códice Badiano*.

### 1.3. Curanderos

Los representantes de la medicina tradicional indígena son principalmente los curanderos. Debido a esto, es importante definir también el curanderismo: “arte de la medicina popular mexicana”; este término deriva de la palabra ‘curar’ y tiene un enfoque holístico a la salud, ya que en la persona evalúa y trata tanto al cuerpo, como a la mente y al espíritu (que algunos curanderos consideran como energía) (Torres & Miranda, 2020).

Dentro de los curanderos se consideran diferentes tipos, que se mencionan a continuación con una pequeña explicación (Torres & Miranda, 2020):

- **Sobador.** Masajista especializado en ‘sobadita’, principalmente para esguinces y torceduras. También dan masaje a todo el cuerpo, siendo el primer paso en el proceso de curación, ya que platica con el paciente,

lo que le ayuda a determinar si el padecimiento se debe a algo físico, mental o ambos. Dentro de los beneficios del masaje se encuentra la disminución del estrés a través de la reducción de cortisol, conocida como la hormona del estrés, y la liberación de endorfinas, que son un calmante natural del cuerpo.

- **Temazcalero.** Es un guía al temazcal tradicional, que es similar a un sauna; más adelante se describirá a detalle.
- **Huesero.** Realiza procedimientos similares a los del sobador o quiropráctico, para reacomodar huesos y articulaciones.
- **Partera.** Es una curandera especializada en el parto y los padecimientos de la mujer.
- **Hierbero.** Es un curandero especialista en hierbas, considerado como maestro herbalista.
- **Curandero total.** Tiene el don de todas las especialidades del curanderismo.
- **Materia/cajita.** Realizan muchas terapias y canalizan espíritus.

Los curanderos también realizan limpiezas espirituales y energéticas, usando elementos como el incienso, plantas y plumas, con lo que pueden tratar malestares como el sentimiento de pérdida, la protección contra malas energías o el duelo por la muerte.

Generalmente, son personas mayores, ya que se asocia con la acumulación de experiencia y conocimiento, y son una autoridad técnica y moral; se distinguen como guías espirituales e intérpretes de la cultura e ideología. La vocación de terapeuta tradicional puede descubrirse durante un sueño, en el curso

de una enfermedad, en el trance o el éxtasis provocado por “plantas sagradas”, o puede atribuirse por indicios físicos observados por los padres o partera en el nacimiento y que revelan que el bebé es un futuro sanador (Zolla, 2005).

Actualmente, existen escuelas e instituciones como el Centro de Desarrollo Humano Hacia la Comunidad A. C. (Cedehc) en Cuernavaca, México, que brinda enseñanza en la medicina tradicional holística, preparando estudiantes interesados en el tema y ofreciendo capacitaciones a curanderos en diversos tipos de terapias, algunas de ellas rescatadas (Torres & Miranda, 2020).

Como se mencionó, dentro de los tipos de curanderos se encuentran los hierberos, generándose dentro de la medicina tradicional la herbolaria o medicina herbal, la cual hace uso de hierbas, preparaciones y productos con base en éstas para el tratamiento de dolencias o enfermedades. Los conocimientos de herbolaria adquiridos por los médicos tradicionales han permitido la obtención de principios activos de una gran cantidad de medicamentos, que han mejorado las condiciones de salud y beneficiado a la medicina convencional (Almaguer González y otros, 2014), aunque en ocasiones no se les otorga el reconocimiento debido.

Un buen porcentaje de los agentes terapéuticos aprobados tiene su origen o alguna relación con productos naturales. Se ha reportado que 21% de los fármacos sintéticos tienen una parte similar a algún producto natural, 4% contiene un farmacóforo conocido de origen natural, 21% es un derivado

de un producto natural, 1% es un producto botánico que es una mezcla definida reconocida como un fármaco por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos de América (Food and Drug Administration, FDA), y 4% son productos naturales sin alterar (Newman & Cragg, 2016).

## 1.4. Medicinas alternativas

Como se mencionó anteriormente, la medicina alternativa es un conjunto de prácticas que no están integradas al sistema de atención de salud primario. También se conocen como terapias complementarias y se caracterizan por el uso de recursos naturales como el agua, el sol, los vegetales o los minerales; pueden clasificarse en función de su principal aplicación o uso (Chávez, 2008). A continuación, se mencionan algunos ejemplos de éstas, indicando de manera general en qué consisten. Las terapias que hacen uso de plantas o sustancias naturales serán descritas en el siguiente capítulo.

### 1.4.1 Sistemas terapéuticos completos

- **Acupuntura.** Terapia antigua china que consiste en la inserción de agujas en puntos energéticos, los cuales están vinculados con los órganos internos. Las agujas ayudan a equilibrar el flujo de energía (*Chi*) el cual es afectado por problemas físicos, emocionales y ambientales.
- **Terapia con ventosas.** También se conoce como vacumterapia o *cupping therapy*; consiste en generar vacío en puntos de acupuntura, calentando el aire contenido en copas de vidrio, esto con la finalidad de mejorar el flujo sanguíneo al aumentar la oxigenación y mejorar la llegada de nutrientes. Esta técnica es utilizada principalmente para aliviar el dolor, pero también se ha usado para aliviar problemas de ciática, muñecas dislocadas y en el posparto para aliviar dolor e inflamación.
- **Herbolaria o Fitoterapia.** Aprovecha las propiedades de las plantas para curar o tratar síntomas de enfermedades, así como prevenirlas.
- **Homeopatía.** Estimula la capacidad del cuerpo para combatir enfermedades a través de remedios naturales, que generalmente son preparaciones diluidas de plantas o minerales que, en concentración normal, serían producidos por el propio cuerpo para combatir los síntomas de la enfermedad.
- **Antroposofía.** Es una cosmovisión en la que el ser humano es el conjunto de todas las fuerzas que interaccionan entre ellas para mantener la salud o generar enfermedad. En su práctica, utilizan recursos naturales, así como danza, arte, literatura, espiritualidad y hábitos saludables.
- **Ayurveda.** Es una medicina tradicional hindú muy antigua. Es una terapia preventiva enfocada en mantener el equilibrio físico y mental a través de recomendaciones de dieta, ejercicios y relación con el ambiente, según las características psicofísicas de cada persona.
- **Naturopatía.** Se basa en el uso terapéutico de recursos naturales como agua, sol, tierra, aire, clima, plantas, minerales, dieta, ejercicio, entre otros, razón por la

cual ahora se utilizan los *spa*, de los cuales hablaremos más adelante.

- **Geoterapia.** Consiste en el uso de la tierra, principalmente arcilla o barro, con fines medicinales. El principio de esta técnica radica en que tienen la capacidad de enfriar el calor del cuerpo, el cual se considera causante de inflamación, malestar y fiebres internas. Esta terapia se relaciona con las teorías de caliente y frío, es decir, el cuerpo debe tener un balance entre estas temperaturas, y cuando se tiene un desequilibrio de ellas se produce la enfermedad.
- **Osteopatía.** Se basa en que el organismo es como una máquina, la cual produce una enfermedad por desviaciones en su estructura; debido a esto, la terapia consiste en masajes que reducen la tensión muscular, aumentan la circulación y mejoran la movilidad de las articulaciones.
- **Quiropráctica.** Considera que los problemas de salud son consecuencia de defectos vertebrales, ya que la compresión de los nervios provoca una deficiente capacidad de conducción y, por tanto, la enfermedad. La corrección manual de articulaciones y músculos permiten la liberación de los nervios, mejorando el estado de salud.
- **Auriculoterapia.** Es una técnica basada en la acupuntura, que consiste en estimular el pabellón externo de la oreja por medio de agujas o masaje, porque es una representación completa del resto del cuerpo.
- **Reflexología.** También se conoce como reflexoterapia y consiste en la aplicación de presión en áreas de los pies, pues en ellos podemos encontrar puntos que

corresponden a los distintos órganos y sistemas del cuerpo.

#### 1.4.2 Técnicas de diagnóstico

- **Iridología.** Se basa en la observación del iris ocular para prevenir enfermedades, ver anomalías y ayudar en el tratamiento. Esto se logra porque el iris muestra marcas blancas cuando hay inflamación, estimulación excesiva y estrés, así como marcas oscuras cuando hay mal funcionamiento de alguna parte u órgano del cuerpo.
- **Auroterapia.** Se basa en la percepción del aura de la persona, al visualizar el flujo energético según las características y color, y así saber el estado emocional o el órgano que sufre alteración. Esta observación también se puede lograr con la fotografía Kirlian, que capta el patrón de interferencia producido por la interacción de corriente eléctrica con el campo electromagnético humano. Se cree que la enfermedad puede visualizarse antes de que se manifieste en el plano físico.
- **Diagnóstico capilar.** El aspecto del cabello puede decir mucho sobre la salud del cuerpo en general. Este diagnóstico puede ser sencillo, sólo basado en la observación del estilista o en el uso de microcámaras para evaluar el estado del bulbo, la piel o la fibra capilar, hasta el análisis de minerales mediante estudios de laboratorio del cabello, principalmente de la nuca, ya que se sabe que el desequilibrio de ciertos minerales puede generar desde cambios de comportamiento

hasta alergias, depresión, problemas digestivos, de la piel, entre otros.

- **Kinesiología.** Esta terapia se basa en evaluar el tono muscular y los movimientos para identificar desequilibrios en el organismo. En algunos países también se conoce como fisioterapia, pero no es lo mismo, ya que ésta última incluye a la kinesiología, entre otras técnicas, para promover un correcto movimiento.

#### 1.4.3 Tratamientos complementarios

- **Aromaterapia.** Utiliza aceites esenciales de plantas, los cuales se frota en el cuerpo o se inhalan durante un masaje o al ser calentados en un difusor.
- **Hidroterapia.** Hace uso de las propiedades curativas del agua, según su temperatura o estado físico. El agua fría o el hielo reducen la inflamación y producen una mayor irrigación sanguínea en los órganos internos, mientras que el agua caliente o el vapor favorecen la transpiración y relajan los músculos y las articulaciones. Incluso, es utilizada como preparación antes de una cirugía o para la rehabilitación postoperatoria. Por esta razón, son muy visitados los balnearios de aguas termales, así como los temazcales y los *spa*.
- **Masaje.** Esta terapia se utiliza de manera complementaria con otras, como la osteopatía, auriculoterapia, reflexología y aromaterapia. Consiste en el movimiento muscular para relajar, estimular o fortalecer el cuerpo y la mente, por medio de interacciones energéticas, mentales y emocionales.

- **Reiki.** Esta técnica incluso se considera una filosofía de vida. Relaciona la sanación a través de la energía universal, al convertir el cuerpo en un canal energético curativo. Se utiliza la imposición de las manos sobre la persona o región del cuerpo afectada; esto restablece el equilibrio energético del organismo actuando sobre los chakras. Es necesario el trabajo de un terapeuta experto.
- **Hipnoterapia.** También llamada hipnosis clínica, permite que la persona experimente una sensación de relajación profunda, llamado ‘trance’, logrando una mejor atención hacia las emociones y las sensaciones internas. No es, como muchos piensan, un estado profundo de sueño que hace que se pierda la voluntad, el control y la conciencia. Esta técnica es utilizada para muchos trastornos psicológicos, emocionales y físicos.
- **Flores de Bach.** Son remedios a base de flores que se toman vía oral y sirven para tratar estados mentales negativos, restableciendo el equilibrio físico, mental y emocional.
- **Jugoterapia.** Hace uso de jugos de frutas, verduras y/o semillas para prevenir, e incluso curar, enfermedades, padecimientos y malestares.

#### 1.4.4. Medidas de autoayuda

- **Yoga.** Su práctica permite un equilibrio entre mente, cuerpo y espíritu, logrando salud mental y física. Actualmente, es muy utilizada para el manejo de energía y como práctica para reducir el estrés.

- **Tai-Chi.** Al igual que el yoga, su práctica permite el movimiento energético, lo que mejora la salud. Además de ser un arte marcial, se considera meditación en movimiento.
- **Meditación.** Es un estado donde, mientras el cuerpo está relajado, la mente se armoniza y se pone en paz con plena conciencia y, en ocasiones, haciendo uso de técnicas de respiración. Meditar unos minutos al día permite mejorar la calidad de la respiración y la actividad cerebral y regula la presión arterial y la frecuencia cardíaca, además ayuda al buen funcionamiento celular.
- **Risaterapia.** La risa activa el sistema inmune y reduce el estrés. Esto ayuda en la eliminación de la hormona del estrés, el cortisol, y en el aumento de hormonas que reducen la ansiedad, como la dopamina.

## 1.5. Políticas y normativas

Desde 1991, la OMS ha publicado pautas técnicas en relación a la investigación científica que aporte pruebas suplementarias en la evaluación, la inocuidad y la eficacia de estos medicamentos (WHO, 2002). Con la finalidad de rescatar, preservar, impulsar y difundir ampliamente el conocimiento de la medicina, los tratamientos y las prácticas tradicionales se designó el 22 de octubre como el Día Mundial de la Medicina Tradicional.

Las Naciones Unidas manifiestan en el artículo 24 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas que:

Los pueblos indígenas tienen derecho a sus propias medicinas tradicionales y a mantener sus prácticas de salud, incluida la conservación de sus plantas medicinales, animales y minerales de interés vital. Las personas indígenas también tienen derecho de acceso, sin discriminación alguna, a todos los servicios sociales y de salud (Naciones Unidas, 2008).

Por ello, la OMS ha pedido a los Estados Miembros que promuevan políticas que garanticen una segura y eficaz utilización de las medicinas tradicionales, y desde 2002 se creó la Estrategia sobre Medicina Tradicional, cuya finalidad es ayudar a desarrollar políticas y aplicar planes de acción que refuercen el papel de la medicina tradicional en el mantenimiento de la salud de las personas. Esta estrategia sigue vigente hasta el 2023 (OMS, 2013).

En 2019, la OMS informó en su reporte global sobre Medicina Tradicional y Complementaria (WHO, 2019) que ha habido un aumento en el número de los Estados Miembros que cuentan con políticas y reglamentos relacionados con la medicina tradicional y los medicamentos herbolarios, incluyendo México.

En 2002 la Secretaría de Salud de México creó la Dirección de Medicina Tradicional y Desarrollo Intercultural, en reconocimiento a la diversidad cultural y ante la emergencia de nuevos modelos de atención a la salud (Secretaría de Salud del Gobierno de México, 2021), y en 2006 se reformó la Ley General de Salud, adicionándose el artículo 6 VI Bis,



que señala: “Promover el conocimiento y desarrollo de la medicina tradicional indígena y su práctica en condiciones adecuadas” y el segundo párrafo del artículo 93:

De la misma manera reconocerá, respetará y promoverá el desarrollo de la medicina tradicional indígena. Los programas de prestación de la salud, de atención primaria que se desarrollan en comunidades indígenas, deberán adaptarse a su estructura social y administrativa, así como su concepción de la salud y de la relación del paciente con el médico, respetando siempre sus derechos humanos (Segob, 2006).

Con el fin de aumentar el conocimiento de las medicinas tradicional y complementarias, el gobierno federal —a través del Programa Nacional de Salud 2007-2012— propuso: diseñar una política de investigación y validación; fortalecer los servicios de salud, mediante su incorporación (Secretaría de Salud del Gobierno de México, 2007); establecer el marco legal de la medicina y la partería tradicional; consideraciones y lineamientos para el fortalecimiento de los servicios de salud en la atención de las mujeres indígenas con parteras tradicionales; guías para la autorización de las parteras tradicionales como personal de salud no profesional y para la implantación del fortalecimiento de los servicios de salud con medicina tradicional (figura 3).



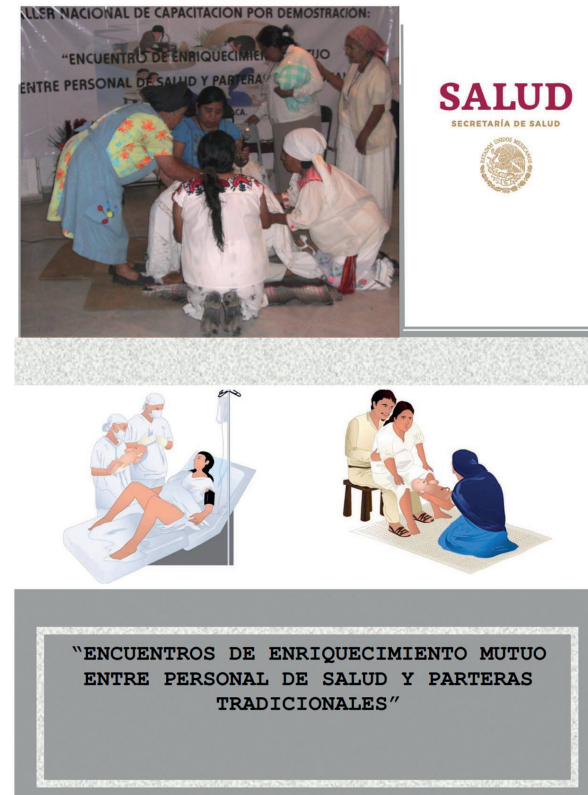


Figura 3. Guías sobre medicina tradicional establecidas por la Secretaría de Salud (Fuente: Marco legal de las acciones y programas para la medicina tradicional, <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional?state=published>).

Se establecieron programas para la recuperación histórica de la medicina tradicional indígena, encuentros de enriquecimiento mutuo entre personal de salud y parteras tradicionales (figura 4) e infografías (figura 5).



Atención del parto en el modelo médico institucional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Santa Teresa Nayarit. Julio de 2006.



Atención del parto en el modelo médico institucional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Tlapa Guerrero. Noviembre de 2007.



Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Tamazunchale, San, Luis Potosí.



Atención del puerperio en el modelo médico institucional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Tlapa Guerrero. Noviembre de 2007.



Atención del puerperio en el modelo tradicional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Tlapa Guerrero. Noviembre de 2007.



Procedimiento conocido como "apretadas". Encuentros de enriquecimiento mutuo en Aquismón, SLP y Santa Teresa, Nayarit



Atención del embarazo en el modelo médico institucional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Villa Hermosa Tabasco. Mayo de 2007



Atención del embarazo en el modelo tradicional. Encuentro de Enriquecimiento Mutuo en Villa Hermosa Tabasco. Mayo de 2007

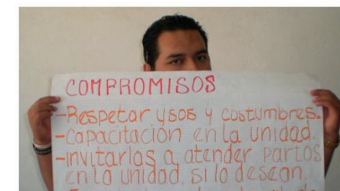
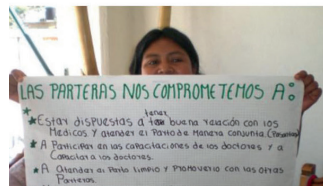


Figura 4. Reporte de la Secretaría de Salud sobre los encuentros entre personal de salud y parteras tradicionales (Fuente: Seretaría de Salud, <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional?state=published>).



# MEDICINA TRADICIONAL INDÍGENA



## ¿QUÉ ES LA MEDICINA TRADICIONAL?

Un conjunto de sistemas de atención a la salud que tienen sus raíces en conocimientos profundos sobre la salud y la enfermedad que los diferentes pueblos indígenas y rurales de nuestro país han acumulado a través de su historia

### SISTEMA COMPLETO DE ATENCIÓN A LA SALUD

con una racionalidad que entiende, a la persona como **cuerpo - mente - espíritu**, y pone énfasis en la totalidad de las cosas y en el equilibrio de las personas y los seres vivos, entre ellos, la naturaleza, las divinidades y el cosmos en general



La interculturalidad es la base de la relación con la Medicina Tradicional

**A**

Su práctica en condiciones adecuadas, es un derecho cultural de los pueblos indígenas (Art. 2º Constitucional)

**B**

La medicina tradicional es patrimonio primordial de los pueblos indígenas

**C**

"La medicina tradicional son personas": Yerbateros, sobadores, hueseros, parteras tradicionales, culebreros, rezanderos...

## EFICACIA TERAPÉUTICA DE LA MEDICINA TRADICIONAL

- 1 Aporte de la herbolaria tradicional, con las propiedades medicinales de las plantas
- 2 Aporte fisiológico del masaje tradicional, a nivel muscular - esquelético y sistémico
- 3 Aporte del temazcal, para la circulación, vías respiratorias, la piel y el sistema reproductivo
- 4 Aporte de estrategias tradicionales, para la salud mental y emocional
- 5 Aportes del modelo de partería tradicional, a nivel técnico y humano

## LA MEDICINA TRADICIONAL INDÍGENA PRESENTA APORTES FRENTE AL COVID - 19

Identificados y aprovechados por los Enlaces Interculturales de los estados, a través de remedios herbolarios sintomáticos y aportes para la salud mental (con herbolaria específica, masajes tradicionales, escucha profunda y rituales)

**22 de octubre**  
Día Mundial de la Medicina Tradicional



Más documentos sobre la medicina tradicional en:  
<https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional>



GOBIERNO DE MÉXICO

SALUD

gob.mx/salud

En diciembre de 2021 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* un acuerdo para la modificación de las reglas de operación del programa para el bienestar integral de los pueblos indígenas, a cargo del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), para el Ejercicio Fiscal 2022, en el que se incluía a la medicina tradicional.



Unidad de Análisis Económico  
Dirección General de Planeación y Desarrollo en Salud  
Dirección de Medicina Tradicional y Desarrollo Intercultural

# MEDICINA TRADICIONAL INDÍGENA

## ¿QUÉ ES LA MEDICINA TRADICIONAL?

Un conjunto de sistemas de atención a la salud que tienen sus raíces en conocimientos profundos sobre la salud y la enfermedad que los diferentes pueblos indígenas y rurales de nuestro país han acumulado a través de su historia.



### SISTEMA COMPLETO DE ATENCIÓN A LA SALUD

con una racionalidad que entiende, a la persona como **cuerpo - mente - espíritu**, y pone énfasis en la totalidad de las cosas y en el equilibrio de las personas y los seres vivos, entre ellos, la naturaleza, las divinidades y el cosmos en general.



- ▶ Su práctica en condiciones adecuadas, es un derecho cultural de los pueblos indígenas. (Art. 2º Constitucional)
- ▶ La medicina tradicional es patrimonio primordial de los pueblos indígenas.
- ▶ "La medicina tradicional son personas": Yerbateros, sobadores, hueseros, parteras tradicionales, culebreros, rezanderos...

La interculturalidad es la base de la relación con la Medicina Tradicional.



## EFICACIA TERAPÉUTICA DE LA MEDICINA TRADICIONAL

- ▶ Aporte de la herbolaria tradicional, con las propiedades medicinales de las plantas.
- ▶ Aporte fisiológico del masaje tradicional, a nivel muscular - esquelético y sistémico
- ▶ Aporte del temazcal, para la circulación, respiratorias, la piel y el sistema reproductivo.
- ▶ Aporte de estrategias tradicionales, para la salud mental y emocional.
- ▶ Aportes del modelo de partería tradicional, a nivel técnico y humano.

**22 de octubre**  
Día Mundial de la Medicina Tradicional.

## LA MEDICINA TRADICIONAL INDÍGENA PRESENTA APORTES FRENTE AL COVID - 19

Identificados y aprovechados por los Enlaces Interculturales de los estados, a través de remedios herbolarios sintomáticos y aportes para la salud mental (con herbolaria específica, masajes tradicionales, escucha profunda y rituales).

Consultar infografía de experiencia exitosa con Indígenas Seris en:  
[https://drive.google.com/file/d/1WQY7s5bhcEJawMTY3c3A2b54HAU\\_LU/view](https://drive.google.com/file/d/1WQY7s5bhcEJawMTY3c3A2b54HAU_LU/view)

Modelo de fortalecimiento de los servicios de salud con medicina tradicional:

Más documentos sobre la medicina tradicional en:  
<https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional>

# PARTERAS TRADICIONALES INDÍGENAS

Mujeres mexicanas con el "DON DE SENTIR LO QUE SIENTE LA MUJER" que acompañan a las mujeres en su esencia como "DADORAS DE VIDA". Cuentan con reconocimiento de la comunidad y la confianza de las mujeres.



"Oportunidad para humanizar la atención del embarazo y el parto".



Práctica: El seguimiento cercano pre y postparto, el parto vaginal, el apego inmediato y la lactancia materna.

### Visión integral

Las parteras indígenas, surgen de una evolución milenaria de la medicina tradicional, integrando saberes, destrezas y habilidades acumulados a través de la historia, en los campos de la atención de la salud física y mental de las mujeres, de los niños y niñas, con manejo de herbolaría y masajes.

Lo que reduce complicaciones por exceso de intervenciones y fortalece el sistema de defensa de la persona recién nacida.

### Marco legal y Normativo

La medicina tradicional como "derecho de la población indígena" es reconocida por la Constitución (Artículo 2º) y como objetivo del Sistema Nacional de Salud, en la Ley General de Salud, (Artículo 6º).

Art. 66 Frac IV de la LOS  
 Numeral 5.13 de la NOM-007-SSA2-2015  
 Lineamiento derivado de la Recomendación 31-2017 de la CNDH:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/387076/INSTRUMENTOS SOBRE\\_FORT DE LOS SS\\_C03\\_N.PARTER\\_A\\_TRADICIONAL\\_18\\_DE\\_18.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/387076/INSTRUMENTOS SOBRE_FORT DE LOS SS_C03_N.PARTER_A_TRADICIONAL_18_DE_18.pdf)

En una visión holística que integra el cuerpo, la mente y el espíritu, bajo una diversidad regional y étnica.



Además de incidir en embarazos y partos sanos y felices, atienden problemas de:

- La concepción,
- El puerperio,
- Enfermedades infantiles,
- Enfermedades emocionales de la mujer,
- Enfermedades musculoesqueléticas.



### Es fundamental...

que los servicios de salud integren a las parteras tradicionales en las redes de servicios



y les faciliten condiciones para la atención del embarazo, parto y puerperio, en condiciones de seguridad.

(Ver experiencias de integración segura en los estados de Hidalgo, Chiapas, Querétaro y Oaxaca).



### APORTES:

Que fortalecen la fisiología de la mujer y mejoran a la calidad y seguridad de su atención y el recién nacido.



### Aportes humanos

- Empatía hacia la mujer, tratándola con cariño y respeto.
- Poseen el "don de la partería", capacidad de sentir lo que siente la mujer.
- Ahora se sabe que el cariño facilita el parto en paz y armonía, relaja a la mujer y disminuye el dolor.

### Aportes técnicos

Conocen y utilizan:

- Técnicas:
  - De masaje y movimiento, que relajan y disminuyen el dolor.
  - Concentración con mejora de la respiración.
  - Técnica de "prensa abdominal" con el aumento de la eficiencia del pujo.
- Posiciones y Puntos de Apoyo:
  - Posiciones verticales, que facilitan el pujo en el parto.
  - Punto de apoyo en pies que facilita que músculos abran el canal del parto.



### Recomendaciones específicas a los servicios de salud:

- Cumplir con el marco legal, dentro y fuera de los hospitales y centros de salud, en condiciones de seguridad, derecho y demanda de las mujeres indígenas.
- Facilitar la atención del parto por las parteras indígenas tradicionales.
- Facilitar hojas de registro de nacimiento, con el debido control.
- Ofrecer cubre bocas, guantes, jabón y encuentros de reflexión-capacitación, para incrementar la seguridad frente al COVID-19 en el parto.
- Retribución justa por sus servicios, defensa legal, acceso a los servicios de salud (lentes y dientes), agua y comida saludable, entre otros.

- No rasurar (Tricotomía)
- No aplican enemas,
- No hacen episiotomía,
- No aplican medicinas (oxitocina sintética).

"Para dar certeza jurídica a las parteras tradicionales y a los servicios de salud, existe la figura de personal no profesional autorizado para la prestación de servicios de obstetricia y planificación familiar, regulado en los artículos 102 al 114 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica. Lo puede operar el responsable de Calidad de los Servicios Estatales de Salud."

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/38480/GuiaAutorizacionParteras.pdf>



### Más información en:

<https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional?state=published>

Diseño: Denhí Mahetz Ortega Alcántara.

Figura 5. Infografías sobre medicina tradicional indígena y parteras tradicionales indígenas (Fuente: Secretaría de Salud, <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional?state=published>)

**Artículo 4.** Para el cumplimiento de su objeto, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

XLIII. Promover el mantenimiento, fortalecimiento y ejercicio de la medicina tradicional de los pueblos indígenas, a través de sus instituciones, saberes y prácticas de salud, incluida la conservación de plantas medicinales, animales, minerales, aguas, tierras y espacios sagrados de interés vital.

XLIV. Apoyar y coadyuvar para el reconocimiento institucional de quienes ejercen la medicina tradicional en sus diferentes modalidades, así como la formación del personal médico en la materia, con perspectiva intercultural.

El objetivo 4 del Programa Institucional 2020-2024 del INPI establece “fortalecer el patrimonio cultural tangible e intangible de los pueblos y comunidades indígenas y afro-mexicanas, en particular la educación, la medicina tradicional, las lenguas indígenas, los medios de comunicación y sus expresiones artísticas y artesanales”.

En cumplimiento con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, se considerarán acciones que contribuyan al logro de los objetivos de los proyectos prioritarios del Gobierno de México, siendo uno de los objetivos específicos:

“Apoyar el fortalecimiento, promoción y difusión de las culturas, lenguas, conocimientos, música, artesanías, medicina tradicional, iniciativas de comunicación y demás expresiones que conforman el patrimonio cultural de los pueblos indígenas y afroamericano, para su reconstitución integral, el fortalecimiento de su identidad y la consolidación de sus instituciones culturales”.

## **1.6. Importancia de la medicina tradicional actual en México y el mundo**

En algunos países en desarrollo, la medicina tradicional es el principal servicio de salud, si no es que el único. Esto puede deberse a que no se cuenta con otro servicio de salud, los centros de salud están muy alejados o que, por su cultura y creencias, es la principal práctica de salud.

Por ejemplo, en comunidades de la huasteca potosina no se cuenta con centros de salud cercanos, y el trayecto para llegar a la cabecera municipal, donde se cuenta con servicios como clínicas o casas de salud, es tan largo que la gente de la población recurre a los médicos tradicionales de la comunidad. Por otro lado, la atención de profesionales de la salud se ve limitada por el número de personas, un ejemplo de esto se ve en África, donde por cada médico hay 40000 habitantes, comparado con la relación que existe por cada curandero siendo 1:500 (Abdullahi, 2011).

En otros países, debido a la influencia cultural y social, la práctica de la medicina tradicional está bien establecida y reconocida, siendo incluida en el sistema nacional de salud o contando con legislación para su práctica legal. Ejemplo de esto son países como Australia, Japón, Laos, Malasia, Mongolia, Filipinas. En Nueva Zelanda se encuentran legislados los suplementos y medicinas tradicionales.

Por otro lado, en la República de Corea, Vietnam y China se cuenta con hospitales y clínicas de medicina tradicional,

así como departamentos de medicina tradicional dentro de los hospitales generales. En China, la medicina tradicional (TCM, por sus siglas en inglés) tiene igual peso en las políticas en salud que la medicina convencional o *Western*, como es conocida allá. Incluso en Japón y la República de Corea, las prescripciones, formulaciones o medicamentos tradicionales/herbolarios, así como prácticas como la acupuntura, la terapia con ventosas, entre otras, son cubiertas por los seguros médicos (WHO, 2012).

Pero también en países desarrollados —como Canadá, Australia, Francia, Estado Unidos de América y Bélgica, por mencionar algunos— se ha utilizado, al menos en una ocasión, la medicina tradicional (WHO, 2012). En esos casos se ha comenzado a recurrir a la medicina tradicional por influencia tanto social como cultural, un ejemplo de esto es que mayor número de personas recurre a técnicas alternativas como masajes, acupuntura, ayurveda, temazcal, entre otras, las cuales tienen sus fundamentos en los conocimientos y la aplicación en la medicina tradicional.

Por lo tanto, debido a la influencia de factores como cultura, historia, actitudes e ideas personales, los procedimientos de la medicina tradicional varían entre países, e incluso entre regiones del mismo país o estado. Debido a esto, en algunos lugares se ha enriquecido y se mantiene vigente, en otros está estancada y en algunos más en desaparición, debido a la extinción de las culturas que lo practican (Almaguer González y otros, 2014; Flores Albronz, 2019).

Los médicos tradicionales o curanderos cuentan con conocimientos transmitidos, principalmente, de forma verbal de generación en generación. La inocuidad y eficacia de la medicina tradicional se ha demostrado por estos conocimientos y por la utilización a largo tiempo de los remedios y/o técnicas.

En México, además del uso de diferentes técnicas alternativas para tratar enfermedades físicas y mentales, los médicos tradicionales o curanderos recurren al uso de plantas medicinales, generándose lo que conocemos como remedios o medicamentos herbolarios.

Actualmente, existen diversas universidades que ofrecen estudios relacionados con la medicina tradicional y alternativa, herbolaria y fitoterapia, así como plantas medicinales. Por ejemplo, en la República de Corea egresan por año alrededor de 800 médicos tradicionales de las 11 universidades en medicina tradicional que se tienen a nivel nacional. En nuestro país, el Cedehc —a través de cursos, diplomados y encuentros— realiza investigación práctica sobre el origen y pertinencia de las medicinas tradicionales.

Además, centros educativos como las universidades Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y Virtual del Estado de Michoacán (Univim) y la Escuela Latinoamericana de Educación en Salud Integrativa (ELAESI), entre otras, ofrecen licenciaturas, posgrados, diplomados y cursos relacionados con la medicina alternativa, complementaria y tradicional china, plantas medicinales, herbolaria y fitoterapia.



En el estado de San Luis Potosí se sigue haciendo uso de la medicina tradicional, pues se cuenta con una biodiversidad que permite hacer uso de recursos naturales. Se tiene una variedad de cactus, arbustos y matorrales que se utilizan en el Altiplano para aliviar diferentes dolencias y malestares, entre ellos el dolor de estómago, y en la Huasteca existe un gran número de plantas medicinales, de las que se utilizan sus flores, raíces o corteza. De algunas de ellas existen reportes en la literatura, pero sigue siendo necesario continuar estudios para tener una validación científica del efecto farmacológico de las plantas medicinales.

Todo lo que integra la medicina tradicional —junto con la lengua, la religiosidad y el territorio comprende lo que es la identidad cultural indígena (Almaguer González y otros, 2014; Flores Albronz, 2019), la cual es de suma importancia preservar. En este sentido, las investigaciones realizadas en el grupo de investigación IRAACH (Interdisciplinary Research on Applied and Advanced Chemistry) tienen la finalidad de dar un sustento científico para revalorar los conocimientos de los médicos tradicionales, pero con apoyo de ellos y otorgándoles el reconocimiento merecido.

Con este objetivo, los estudios se han centrado en verificar el efecto biológico para el cual se utiliza la planta medicinal, considerando la dosis que el médico tradicional o curandero utiliza, y también analizar la toxicidad.

Dentro de los efectos biológicos que se han estudiado figuran: antidiabético, anticancerígeno, antibacteriano y

antifúngico. A la fecha sigue trabajándose en estudios de plantas medicinales y se ha realizado un acercamiento con médicos tradicionales y parteras de la región Huasteca sur para que, a través de diversas actividades como foros, talleres y encuentros, se fomente el entendimiento, el análisis y la validación científica de su conocimiento empírico (figura 6).



Figura 6. Médicas y médicos tradicionales, estudiantes, profesoras y profesores de la UASLP. Fotografías de Denisse de Loera y Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León.

Esto permitirá complementar la medicina tradicional y la medicina convencional u occidental. Como dijo la doctora Margaret Chan, directora general de la OMS de 2006 a 2017:

No tiene porque haber conflicto entre la medicina tradicional y la medicina occidental. En el marco de la atención primaria, ambas pueden combinarse de forma armoniosa y beneficiosa, en un sistema que aproveche lo mejor de cada una y compense también las deficiencias de cada una.



Ahora bien, esto no es algo que vaya a ocurrir espontáneamente: es preciso tomar deliberadamente decisiones normativas. Pero es posible hacerlo.

## Referencias bibliográficas

- Abdullahi, A. (2011). Trends and challenges of traditional medicine in Africa. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8, pp. 115-123. doi:10.4314/ajtcam.v8i5S.5.
- Almaguer González, J., Vargas Vitae, V. y García Ramírez, H. (2014). La medicina tradicional indígena mexicana. En: Secretaría de Salud, *Interculturalidad en salud. Experiencias y aportes para el fortalecimiento de los servicios de salud* (pp. 135-172). México: Biblioteca Mexicana del Conocimiento.
- Chávez, J. (2008). *La medicina holística. Una visión integradora de la salud humana*. México: Arana Editores.
- Flores Albronz, D. (2019). La organización social de salud de médicos indígenas tradicionales y la crisis de la tradición Tének de la Huasteca potosina. *Desacatos*, 59, pp. 98-113.
- Lozoya, X. (1999). Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis (Librito de las yerbas medicinales de los indios) o Códice Badiano. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 22-23.
- Matos Moctezuma, E. (2005). Testimonios de las enfermedades en el México antiguo. *Arqueología mexicana*, XIII(74), pp. 28-31.
- Naciones Unidas. (2008). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Naciones Unidas.
- Newman, D. & Cragg, G. (2016). Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014. *Journal of Natural Products*, 79, pp. 269-661.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. Organización Mundial de la Salud. Hong Kong: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud. (2007). La salud de los pueblos indígenas de las Américas: Conceptos, estrategias, prácticas y desafíos. <https://www.paho.org/es/documentos/salud-pueblos-indigenas-america-conceptos-estrategias-practicas-desafios>.
- Ortiz de Montellano, B. (2005). Medicina y salud en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana*, XIII(74), pp. 32-37.
- Secretaría de Salud, Gobierno de Mexico (2007). Programa Nacional de Salud 2007-2012. Por un México sano: construyendo alianzas para una mejor salud. México: Secretaría de Salud.
- Secretaría de Salud, Gobierno de Mexico (26 de enero de 2021). Medicina Tradicional y Desarrollo Intercultural. <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/medicina-tradicional-y-desarrollo-intercultural>.
- Secretaría de Gobernación, Gobierno de Mexico (19 de septiembre de 2006). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Salud.. *Diario Oficial de la Federación*. [www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4931755&fecha=19/09/2006](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4931755&fecha=19/09/2006).

- Torres, E. & Miranda, I. (2020). *Curandero: Traditional Healers of Mexico and the Southwest*. Dubuque: Kendall Hunt.
- World Health Organization (2019). WHO global report on traditional and complementary medicine. World Health Organization.
- World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific (2012). The regional strategy for traditional medicine in the Western Pacific (2011-2020). WHO Regional Office for the Western Pacific.
- World Health Organization. Programme on Traditional Medicine (2002). Pautas generales para las metodologías de investigación y evaluación de la medicina tradicional. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67719>
- Zolla, C. (2005). La medicina tradicional indígena en el México actual. *Arqueología Mexicana*, 74, pp. 62-65.





### **Magnolia mexicana**

*Yolloxochitl*

En el tratamiento del corazón ayuda el ritmo cardíaco. Otras aplicaciones medicinales incluyen epilepsia, gota, fiebre, como diurético y para tratar problemas menstruales.

# CAPÍTULO 2



## Uso de plantas en el tratamiento de enfermedades



Denisse Atenea de Loera Carrera

Luis Jesús Castillo Pérez

Candy Carranza Álvarez

Miles de años atrás, numerosos pueblos indígenas de México aprendieron a utilizar las plantas, los animales y el medio ambiente con el que contaban alrededor para tratar y prevenir malestares físicos.

## 2.1. Historia

El conocimiento y uso de los recursos naturales en la medicina lo podemos encontrar documentado en algunos murales como el de Tepantitla, en Teotihuacán, donde se observan plasmadas diversas plantas, así como representaciones de personas tratadas por enfermedades o lesiones (Lozoya, 1999). Puedes ver una reproducción de este mural en el Museo Nacional de Antropología de México (figura 1).



Figura 1. Fragmento del mural de Tepantitla.

Además, se sabe de hallazgos arqueológicos donde se evidencia la manipulación y aplicación de plantas medicinales, algunas de las cuales siguen empleándose en la actualidad, y de objetos que pudieron ser utilizados para la preparación o administración de éstas (Bye & Linares, 1999), así como representaciones a través de la escultura, pintura y cerámica de plantas medicinales usadas en ese tiempo, principalmente maíz, cacao, cempoalxóchitl y peyote (Velasco Lozano, 1999).

Por la parte de la antropología, se sabe que la herbolaria azteca ya era muy vasta y extensa desde muchos años antes de la llegada de los españoles, ya que conocían un gran número de plantas medicinales y el tratamiento de las heridas superaba en gran manera a las técnicas empleadas por los españoles en el tiempo de la Conquista (Torres & Miranda, 2020; Ortiz de Montellano, 2005), por lo que se considera que es una práctica muy antigua.

En el *Códice Florentino*, también conocido como *Historia de las cosas de Nueva España*, se encuentra información sobre las enfermedades y su tratamiento, así como de alrededor de 250 plantas medicinales utilizadas por curanderos náhuatl de Santiago Tlatelolco. En la *Historia Natural de Nueva España* se describen cerca de 2000 plantas, la mayoría medicinales, que eran usadas tanto por médicos como por curanderos indígenas, esta obra es considerada la visión española de la herbolaria medicinal indígena en México, y una de las fuentes más completas del tema (Viesca Treviño, 1999).





OLOLIUHQUI



METL O MAGUEY

Figura 2. Plantas representadas en la Historia natural de Nueva España.  
Imágenes de autor desconocido; están bajo licencia CC-BY-NC-ND.



Figura 3. Fotografía e ilustraciones de *yolloxóchitl*.

En el siglo XIX, la corona española monopolizó el mercado de hierbas curativas, prohibiendo el cultivo de especies medicinales europeas en los jardines mexicanos, y sólo permitiendo que las órdenes hospitalarias tuvieran huertos de drogas en conventos o nosocomios. Unos años antes de la independencia se permitió el comercio libre de las plantas medicinales, fundándose el Real Jardín Botánico, con la finalidad de conjuntar la botánica, farmacéutica, medicina y química.

Así, médicos y boticarios mexicanos tuvieron que recurrir a opciones como comenzar sus propios cultivos, abastecerse de las plantas provenientes de España —las cuales, en ocasiones, debido a la larga travesía, no llegaban en buenas condiciones—, recurrir al mercado negro lo que a veces

tenía malas consecuencias para los enfermos, debido a la venta de falsificaciones, o sustituir las plantas europeas por las de la herbolaria mexicana.

Todo esto llevó a médicos, farmacéuticos, botánicos y químicos a unir esfuerzos para elaborar una farmacopea con plantas medicinales mexicanas para comprobar el uso empírico de la época prehispánica y colonial, buscando los principios activos y así evitar las adulteraciones (Malvido & Del Amo, 1999).

Debido a la pobreza, la sociedad mexicana recurrió a los curanderos indígenas, pero —lamentablemente— también a charlatanes nacionales y extranjeros, como el famoso doctor Rafael Meraulyock —de origen judío-polaco, bautizado



como “merolico” —, ofrecía curas milagrosas con aguas pintadas o polvos inocuos, que según decía aliviaban una gran cantidad de enfermedades (Malvido & Del Amo, 1999).

A lo largo de la historia, y hasta la fecha, todavía se tiene incertidumbre sobre el efecto terapéutico de las plantas. Pero la historia ha mostrado que se trata de una realidad que ha generado conocimiento a través de la observación y la experiencia. Por ejemplo, el *yolloxóchitl*, una variedad mexicana de las magnolias, era utilizado en el tratamiento del corazón, debido a que la forma de su flor se asemejaba al corazón representado en los códices y pinturas prehispánicas (figura 3). Aunque eso pareciera mágico, era un hecho que el uso de la planta ayudaba a dar fuerza al ritmo cardíaco y a regular el pulso. Las tortillas enmohecidas y pulverizadas sobre heridas con supuración para evitar las infecciones es un ejemplo del empleo empírico sistematizado de los antibióticos (Viesca Treviño, 1999).

Algunos usos de plantas medicinales tienen otro fundamento. Como por ejemplo, la utilización del *tlacopahtli* (*Aristolochia* sp.) para curar la luxación de mandíbula se basaba en que el violento vómito y arqueo que se producían generaban que volviera a su lugar. Mostrando que el conocimiento de los médicos indígenas iba más allá de solo el efecto terapéutico de las plantas (Viesca Treviño, 1999).

Debido al conocimiento transmitido por nuestros antepasados, así como por sus propiedades curativas, los curanderos o médicos tradicionales actuales utilizan plantas

como elementos para las limpias, así como en diferentes tipos de preparaciones para el tratamiento de enfermedades o malestares.

La información ofrecida aquí es de carácter general y tiene el objetivo de servir como divulgación científica, por lo que no debe considerarse como consejo, sugerencia o receta. Se sugiere consultar a un profesional especializado, ya que la dosis y forma de administración tiene influencia sobre el efecto terapéutico, así como la combinación con otras plantas o fármacos.

## 2.2. Plantas medicinales y su uso

A continuación se mencionan las plantas más comunes utilizadas por los curanderos (Torres & Miranda, 2020) y por la herbolaria mexicana (Torres Carsi, 2014). Es importante mencionar que los nombres comunes de las plantas pueden variar alrededor del mundo, incluso dentro del mismo país, por lo que cuando se hace uso de éstas es importante referirse a ellas por su nombre científico.

- **Ajo, *Allium sativum*.** Excitante, energético, expectorante, desinfectante, antiparasitario, diurético. Se utiliza contra piquetes de abeja, alacrán y mosquitos, así como problemas de la piel como sarna y tiña. Alivia la bronquitis y disminuye la presión arterial. Para tratar las quemaduras se prepara machacado con aceite. Su uso no debe ser en exceso, ya que irrita el estómago.

- **Albahaca, *Ocimum Basilicum*.** Ayuda a la digestión, calma vértigos, dolores de cabeza y tos, auxiliar en el tratamiento de la gastritis, disminuye el colesterol, sana dolores reumáticos y de estómago.
- **Alcachofa, *Cynara scolymus*.** Para tratar problemas del hígado, es diurética y desinflama los riñones. Ayuda a eliminar cálculos en la vejiga y disminuye la presión arterial.
- **Árnica, *Arnica montana*.** Tratamiento de muchos malestares, incluyendo picaduras de insectos, torceduras y heridas por su acción desinflamatoria. Se emplea para desinfectar, es diurético y alivia la bronquitis. También tiene propiedad antiespasmódica y antiirreumática.
- **Azucena, *Lilium sp*.** Relaja el sistema nervioso y ayuda al sistema digestivo. Los pétalos mezclados con aceite de almendras o de oliva son usados para calmar dolores de oído y sanar los pezones agrietados.
- **Cempasúchil, *Tagetes erecta*.** Auxiliar en el control de la diabetes, ya que controla el nivel de azúcar en la sangre. Tiene propiedades antiinflamatorias y antisépticas. Las flores y hojas se usan para empacho, disminuir los cólicos, reducir inflamación del estómago, fiebre, diarrea y regular el ciclo menstrual.
- **Chaya, *Cnidioscolus chayamansa*.** Conocida como árbol de espinaca, se usa como suplemento nutricional por su contenido de vitaminas, calcio y hierro. Es un diurético y tiene propiedades que ayudan a controlar la diabetes mellitus tipo II.
- **Chile chiltepin, *Capsicum sp*.** Estimula el sistema circulatorio y al corazón, fortalece el sistema digestivo, y es antiinflamatorio. Se cree que libera capsaicina y endorfinas, que son analgésicos naturales. Se aplica de manera tópica para aliviar dolores y problemas de articulaciones.
- **Damiana, *Turnera diffusa*.** Para el tratamiento de ansiedad, asma, cólicos, indigestión moderada. Abre el apetito, es un estimulante y también se le considera un afrodisíaco, algunos la llaman “el viagra natural”.
- **Diente de león, *Taraxacum officinale*.** Elimina las grasas y tiene efecto laxante. Estimula al hígado y riñones, ya que es un diurético y tiene propiedades antiinflamatorias.
- **Epazote, *Telexys ambrosioides*.** Utilizada principalmente en el tratamiento de asma, disentería, parásitos intestinales, desalojo de lombrices.
- **Estafiate, *Artemisia vulgaris*.** Tiene propiedades antiparasitarias, antiespasmódicas, analgésicas, antibióticas, antivirales y antiinflamatorias. Calma dolores causados por piedras en la vesícula. Empleada en el tratamiento de cólico, dolores de intestino, disentería, vómito, bilis, gastritis y disminuye el colesterol.
- **Ginkgo Biloba, *Ginkgo biloba sp*.** Es un excelente oxigenador del cerebro, por lo que puede ayudar con la demencia y el Alzheimer mejorando la memoria.
- **Gobernadora, *Larrea tridentata*.** Ayuda contra desórdenes del hígado, vesícula biliar y riñones, también para aliviar dolores y para la artritis. Es considerada como diurética, expectorante, antiséptica, antioxidante, antiviral y antibacteriana.
- **Guayaba, *Psidium guajava*.** Útil en el tratamiento de diarrea, distensión abdominal, como antiinflamatorio y para aliviar el cólico intestinal.

- **Hoja sen, *Cassia acutifolia*.** Por sus propiedades laxantes y purgantes alivia el estreñimiento.
- **Jengibre, *Zingiber officinale*.** Mejora la digestión, ayuda a eliminar gases, baja la fiebre y estimula funciones cerebrales.
- **Lavanda, *Lavandula* sp.** Tiene propiedades antidepresivas por lo que se usa para tratar insomnio y ansiedad. Sus flores son buenas para tratar infecciones, y como enjuague bucal ayuda con problemas de encías. Por sus propiedades antisépticas y sedantes sirve para reducir los dolores menstruales. Es excelente para la digestión, para evitar gases intestinales y para el vómito.
- **Manzanilla, *Matricaria recutita*.** Tiene propiedades antiinflamatorias; útil para tratar cólicos, fiebre, dolores de cabeza, náuseas y como limpiador de ojos. Favorece la digestión y el flujo menstrual; calma los espasmos musculares y abre el apetito; ayuda al sistema nervioso, especialmente para tratar la ansiedad y el insomnio, por su efecto sedante.
- **Nopal, *Opuntia* sp.** Disminuye los niveles de azúcar, colesterol y triglicéridos en la sangre. Tiene propiedad diurética y ayuda a expulsar lombrices intestinales. Las penca cortadas por la mitad y calentadas se aplican sobre abscesos para favorecer la apertura sin necesidad de cortar, y reblandece la piel.
- **Orégano, *Origanum vulgare*.** Tiene propiedades antibacterianas y antiinflamatorias. Desinfecta el intestino y ayuda a eliminar parásitos como las amibas. Algunos lo emplean para tratar indigestión y mareos. En aceite es un tópico para malestares respiratorios, dolor de garganta, tos y otros síntomas asociados al resfriado. No se recomienda para mujeres embarazadas o amamantando, ni para niños pequeños. En forma de loción, a base de alcohol, se usa para disminuir la fiebre en niños, al frotarlo en la planta de los pies.
- **Pasiflora, *Passiflora* sp.** Por sus propiedades sedantes es eficaz contra la excitación nerviosa, ansiedad, insomnio y afecciones cardíacas de origen nervioso. También es antiespasmódica y se utiliza en contracciones musculares y calambres.
- **Rosa de castilla, *Rosa Gallica*.** Calma la diarrea, los espasmos musculares, desinflama anginas y desinfecta heridas en boca y encías. Los pétalos en agua caliente ayudan a relajar el cuerpo.
- **Romero, *Rosmarinus officinalis*.** Tratamiento de los síntomas de la enfermedad de Alzheimer, por ser un potenciador de la memoria y favorecer la concentración. Mejora la circulación de la sangre, el ciclo menstrual y se usa para tomar baños después del parto. Tiene propiedades antioxidantes, desinfectantes y antibacterianas, por lo que previene infecciones y es empleado en el tratamiento de piel, cuero cabelludo y cabello. Además, disminuye el colesterol y ayuda a aliviar dolores musculares. En forma de linimento en spray es un repelente de insectos.
- **Sábila, *Aloe barbadensis*.** Sus propiedades curativas están en el gel que se obtiene al pelar la penca; es utilizado para sanar quemaduras. Al adicionarse en algún

licuado o jugo ayuda contra problemas digestivos, a eliminar las toxinas y limpiar el cuerpo de impurezas. Incluso se usa contra las malas vibras, ya que se recomienda tener una sábila en la entrada de la casa para absorberlas de las personas que entren.

- **Salvia, *Artemisa tridentata*.** Auxiliar contra malestares estomacales y parásitos. Algunos lo adicionan a la tina, al tomar un baño, para aliviar los dolores por artritis.
- **Tepezcohuite, *Mimosa tenuiflora*.** Para tratar el acné y las quemaduras, cicatrices, heridas y arrugas; su principal forma de uso es tópica.
- **Tila, *Tilia cordata*.** Tratamiento contra depresión, dolor de cabeza, insomnio e inquietud, y como sedante suave. Calma dolores de hemorroides y espasmos musculares.
- **Toloache, *Datura stramonium*.** Se aplica de manera local para tratar fiebre, inflamación, dolores reumáticos, hemorroides y várices.
- **Toronjil, *Cedronella mexicana*.** Abre el apetito, aumenta la transpiración y sana dolores musculares por golpes o reumatismo. Además, ayuda con el insomnio y la ansiedad.
- **Valeriana, *Valeriana* sp.** Por sus propiedades sedantes, hipnóticas y relajantes es un potente antiestrés, y ayuda con el insomnio y la ansiedad. Es antiespasmódico. Algunos la utilizan para combatir el dolor de cabeza, cólicos, dolores reumáticos, dismenorreas. Vía tópica para el tratamiento de cortaduras, pequeñas inflamaciones y acné.
- **Vinca, *Vinca minor*.** Para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer, debido a que refuerza al sistema inmune,

promueve la curación y purifica la sangre. También auxilia con problemas del sistema digestivo y a controlar la diabetes.

- **Yerbabuena, *Mentha spicata*.** Tratamiento de resfriados, ayuda al sistema digestivo, a aliviar dolores de cabeza, indigestión, náuseas y gastritis.
- **Yerba Mansa, *Anemopsis californica*.** Tiene propiedades antiinflamatorias, es buena para reducir el dolor de estómago y cualquier inflamación de garganta, colon y estómago.
- **Zapote blanco (*Casimiroa edulis*).** Las semillas y las hojas se usan en infusión como remedio para la hipertensión y provocar el sueño.

### 2.3. Preparaciones

El modo de empleo y preparación de las plantas medicinales son variados y su selección depende del uso o beneficio que queremos de ellas. A continuación se mencionan las principales formas en que los médicos tradicionales utilizan las plantas medicinales (Torres Carsi, 2014; Torres, 2019).

- **Cataplasmas.** Es un tratamiento tópico, normalmente caliente, para dolores e inflamaciones, maduración de abscesos, reumatismo, gota, cólico, dolores nerviosos, catarro y problemas respiratorios. La planta o raíz triturada se mezcla con agua y harina de linaza, papa o salvado, esta última en una cantidad suficiente para que el preparado cubra toda el área afectada o a tratar, en un grosor de aproximadamente 1 centímetro (cm).

- El preparado se calienta a fuego lento sin dejar de mover hasta que espese; se coloca en un paño y se aplica sobre el paciente. Finalmente, se cubre con una tela de lana para mantener el calor. Debe cuidarse la temperatura, para no provocar quemaduras, y no se recomienda su aplicación en personas inconscientes ni heridas expuestas o erupciones cutáneas.
- **Compresas.** Útiles para contusiones, magulladuras, heridas de lenta cicatrización y úlceras.  
En una tela limpia se impregna la infusión, decocción o tintura de la planta, se exprime y se coloca sobre el área afectada. La forma más común es caliente, pero también se usan compresas tibias y frías.
- **Decocción.** También se conoce como cocimiento, y es recomendable cuando se utilizan partes duras de las plantas como raíces, cortezas y semillas.  
La planta se hierve durante 3 minutos a fuego lento; pasado este tiempo se deja reposar en un recipiente tapado durante 10 minutos. Puede endulzarse con miel.
- **Enjuagues.** Indicado para la limpieza y desinfección bucal, calmar dolor y disminuir inflamación de encías, amígdalas y garganta.  
La planta se coloca en agua; el líquido se mantiene en la boca y se hacen gárgaras con él, sin ingerirlo. Esto se hace repetidamente con líquido nuevo, de preferencia tibio.
- **Infusiones.** Es la forma más utilizada para partes blandas de la planta.  
En una taza se coloca la planta a utilizar —debe estar seca—, se vierte agua hirviendo y se deja reposar por 10 minutos. Puede endulzarse con miel.
- **Lociones.** Incluyen los linimentos o tinturas a base de aceite o alcohol. Se consideran soluciones líquidas que se aplican mediante fricción sobre la piel, de manera directa o usando una gasa impregnada.
- **Maceración.** Técnica utilizada para plantas sensibles al calor o que tengan aceites volátiles.  
La planta seca se sumerge en agua fría durante 12 horas. Transcurrido ese tiempo se calienta ligeramente, se cuele y se endulza con miel.
- **Tinturas.** Permite un efecto más rápido, ya que las gotas se colocan bajo la lengua, haciendo más rápida la entrada al torrente sanguíneo. Además, puede traerse consigo y administrarse en cualquier momento.  
Se prepara poniendo planta fresca y cortada en 80% de alcohol de caña y 20% de agua; se deja macerar por 30 días en un recipiente de vidrio cerrado, colocando un plástico para evitar el contacto directo con el metal de la tapa, cubierto con aluminio. Se recomienda agitar el frasco diariamente durante el macerado. Una vez pasado el tiempo, se cuele y se coloca en los frascos a utilizar. Puede durar de 7 a 10 años si el recipiente es conservado en un lugar fresco y apartado de la luz. En general, la cantidad de planta utilizada es de 200-300 gramos (g) (más o menos una relación de 1:5 de planta:alcohol), pero en algunos casos— como la árnica— debe usarse mucho menos cantidad (1-2 g), ya que en dosis altas puede producir efectos secundarios como vómito, diarrea, vértigo o escalofríos.  
En lugar del alcohol de caña puede usarse vodka, el cual ya está en una proporción 8:2 con agua.

- **Microdosis.** Esta forma es recomendada para los pacientes que no pueden consumir alcohol, ya que se prepara en la proporción contraria a la tintura, colocando la planta en 80% de agua y 20% de alcohol de caña o tintura, o incluso pura agua.

La dosis recomendada para las tinturas y microdosis depende de la gravedad de la enfermedad o malestar, variando de 5 a 10 gotas debajo de la lengua cada 2 a 12 horas. Se considera que 5 gotas de microdosis tiene la misma concentración que una taza de té.

- **Ungüentos y aceites.** Tienen la ventaja de que pueden actuar sobre la piel por periodos prolongados. Es recomendable para procesos de cicatrización.

Los ungüentos se preparan mezclando una pequeña cantidad de la planta con vaselina hirviendo. Una vez obtenida la solución, es filtrada y se deja enfriar para finalmente tener un aspecto cremoso.

Los aceites se obtienen al mezclar aceite de semillas como girasol u oliva con unos gramos de la planta fresca o seca. Esta mezcla se deja reposar bajo el sol de dos a tres semanas. Pasado el tiempo se filtran y se guardan de la luz.

## 2.4. Terapias complementarias que utilizan plantas o sustancias naturales

### 2.4.1. Homeopatía

Se basa en la idea de que el cuerpo tiene la capacidad de sanarse a sí mismo y que los síntomas que se presentan en una enfermedad son respuestas del cuerpo conforme se

recupera, siendo procesos de sanación y recuperación del cuerpo. Considera el principio de “lo similar se cura con lo similar”, se tiene la creencia de que los síntomas que provoca una sustancia tóxica pueden ser curados por un remedio preparado con la misma sustancia tóxica (Esteve de Sagera, 2006). Los remedios utilizados en esta terapia son pastillas o soluciones que contienen una cantidad muy pequeña de la sustancia activa que por lo general son plantas o minerales.

### 2.4.2. Ayurveda

Es la tradicional ciencia india de la salud y se considera el sistema de cuidado de la salud más antigua. Considera que la mayoría de las enfermedades se originan en un desequilibrio del sistema digestivo, y reconoce al cuerpo como parte del continuo natural con el que intercambia energía. Cualquier hecho mental o emocional origina un efecto en el cuerpo. El ayurveda considera tres doshas —agentes gobernantes—, cada uno tiene su propia función en el cuerpo: Vata controla lo que está en movimiento, Pitta el metabolismo y la digestión y Kapha la estructura del cuerpo. Es decir, la primera nos ayuda a respirar, circular la sangre, hacer pasar la comida hacia el tracto digestivo y enviar los impulsos nerviosos, para que la segunda pueda procesar la comida, aire y agua y la tercera mantiene las células juntas, forma músculos, grasa, huesos y tendones. Describe a la digestión como un proceso de calor y fuego agni —digestivo—, por lo que una buena digestión y eliminación requiere un correcto equilibrio entre los tres doshas (Chopra, 2011).



La cantidad o proporción de cada dosha determina la individualidad psicofisiológica. Por lo que conocer tu tipo físico ayuda a comprender quién eres y tus tendencias fisiológicas. Y ayuda a establecer el tipo de alimentación y hábitos que permitirán mantener el equilibrio.

#### 2.4.3. Jugoterapia

Los jugos de frutas, vegetales y semillas brindan al organismo vitaminas, minerales y enzimas necesarios para normalizar el funcionamiento del mismo, rejuvenecer y desintoxicar el cuerpo; por lo que las frutas y verduras deben ser crudas y, de preferencia, orgánicas. Esta terapia hace efectivo lo que decía Hipócrates: “deja que tu medicina sea tu alimento y tu alimento sea tu medicina”.

#### 2.4.4. Aromaterapia

Se sabe que hay regiones de la piel que permite la incorporación de aceites y productos grasos al torrente sanguíneo de manera rápida y eficiente, se conoce como absorción transdermal. Esto explica el efecto eficaz de los “chiquiadores” para aliviar el dolor de cabeza, ya que son elaborados con hojas de papaloquelite o de ruda mezcladas con grasa o aceite, y se colocan en la sien (Lozoya, 2005).

La fragancia de las flores y plantas se debe a una mezcla de sustancias aromáticas que se conoce como aceites esenciales. La forma de administración de los aceites esenciales es tópica u olfativa. En la piel se puede agregar de forma directa o con

un masaje o compresa, para la inhalación se calientan unas gotas o se pueden usar en la tina de baño (Farrer-Halls, 2013).

Un aroma o aceites vegetales en la piel pueden originar que el cerebro active centros límbicos e hipotalámicos cerebrales que regulan las emociones, el estado de ánimo, los ciclos de sueño y vigilia, así como lograr modificar la respiración o circulación sanguínea (Lozoya, 2005).

#### 2.4.5. Flores de Bach

El doctor Edward Bach tenía fe en el poder curativo de las plantas, lo que lo llevo a generar 38 preparados naturales a base de flores para tratar síntomas o padecimientos como miedo, ansiedad, angustia, pesimismo, etc. Estos preparados o tinturas (que son diferentes a las mencionadas anteriormente, ya que son preparadas en agua) pueden elaborarse de dos formas: por la exposición al sol o la decocción; ambos métodos buscan transferir la vibración de las flores y que el agua quede impregnada espiritual o energéticamente. Se utiliza brandy o algún otro destilado para su conservación (Saz y Ortiz, 2008).

#### 2.4.6. Geoterapia

En esta terapia se utiliza arcilla para curar o mantener la salud, al permitir enfriar el calor del cuerpo, que es el causante de inflamación, malestar, fiebres y eliminar toxinas, al considerar que un desequilibrio entre el calor y frío del cuerpo genera enfermedades. Se utiliza arcilla ya que con-



tiene minerales que tienen un efecto benéfico en el cuerpo, además al combinarla con tés herbales o plantas frescas se puede proveer de alimento a las células del cuerpo. La arcilla debe ser extraída de un área limpia, libre de contaminación y en una profundidad de al menos 90 cm. Una vez mezclada con agua o el té se coloca en el cuerpo del paciente y se deja de 45 minutos a una hora. También se puede utilizar agua de mar y arena, incluso enterrar a una persona en arena es efectivo para sacar el ácido úrico del cuerpo y balancear el pH (Torres, 2019).

#### 2.4.7. Temazcal

El temazcal o baño de vapor ha tenido un papel muy importante en la vida social y religiosa de Mesoamérica. *Temazcalli* viene del náhuatl *tema* que significa ‘vapor’ y *calli* ‘casa’. Aunque se le conoce de otras maneras en diferentes zonas del país, como *huringuequa* para los tarascos, *saq* para los totonacos, entre otros. En muchos vestigios arqueológicos se han encontrado restos de su construcción dentro de centros ceremoniales, además de representaciones pictográficas en diversos códices (Ortiz Butrón, 2005).

Se cree que la función del temazcal era variada desde higiénica, tratamiento de postparto, religiosa, hasta terapéutica. Se usaba para curar enfermedades relacionadas con el equilibrio frío-calor. Representaba el interior de la Tierra y era un considerado un lugar de tránsito entre el mundo de los vivos y el inframundo (Ortiz Butrón, 2005).

Someter al cuerpo a la acción del vapor de agua a alta temperatura, y untarle aceites aromáticos y extractos vegetales producen efectos sobre el organismo como acelerar la circulación sanguínea, dilatar los vasos e incrementar el metabolismo celular, inducir la secreción de hormonas, neurotransmisores, endorfinas (sustancias que pueden aliviar el dolor y dar sensación de bienestar), entre otros. Por lo que el uso del temazcal tiene implicaciones fisiológicas y psicológicas más allá de sólo eliminar algún síntoma o padecimiento. Por todo esto se entiende que el térmico SPA, muy común en nuestros días, provenga de la medicina grecolatina “*salute per aqua*” (Lozoya, 2005).

Entre los padecimientos para los cuales se utiliza el temazcal se encuentran: resfriado e infecciones respiratorias, dolores de pecho y espalda, contracturas musculares, reducir la tensión nerviosa y el insomnio, padecimientos del sistema circulatorio y de la piel (Lozoya, 2005).

## 2.5. Historia de la investigación sobre plantas medicinales en México

En 1888 se creó el Instituto Médico Nacional cuyo objetivo era estudiar la flora medicinal mexicana para su incorporación en la terapéutica nacional, pero en 1915 fue clausurado, dejando en el herbario medicinal mexicano cerca de 14,000 especies clasificadas, y 1,000 compuestos químicos obtenidos de plantas. En 1975, bajo la dirección del doctor Xavier Lozoya, se creó el Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales (Imeplan) teniendo como objetivo

el estudio científico de la medicina tradicional indígena y desarrollar la producción de fármacos nacionales de recursos naturales, principalmente plantas. Durante su existencia, hasta 1980, se generaron varias publicaciones del tema, así como la formación de un herbario medicinal, el cual es actualmente conocido como Herbario Medicinal del IMSS, ubicado en el Centro Médico Nacional Siglo XXI.

El Imeplan paso a formar parte del Sistema de Investigación Médica del IMSS y dio origen a la Unidad de Investigación en Medicina Tradicional y Herbolaria del IMSS. En 1985, se convirtió en el Centro de Investigación en Plantas Medicinales del IMSS. En la actualidad, el IMSS cuenta con seis grupos consolidados que realizan investigación científica de las plantas medicinales en áreas como la etnobotánica, farmacología experimental, farmacología clínica y biotecnología (Rivera Arce, 1999).

A la fecha, se cuenta con diversas instituciones de educación superior y centros de investigación que realizan estudios científicos sobre las plantas medicinales. En el capítulo 5 se mencionarán algunos de los tantos estudios que se realizan en la UASLP en este sentido.

## 2.6. Toxicidad de las plantas medicinales

Juan José Maldonado Miranda

Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca, UASLP

En México y otros países de América Latina no se cuenta con suficiente información científica que valide las propiedades de las plantas medicinales, por lo cual se considera que el uso de estos “medicamentos naturales” es meramente empírico, y se desconoce su seguridad y efectividad (Alonso-Castro, y otros, 2017).

Se tiene registro de diversas plantas que han propiciado cuadros de intoxicación severos. En un medicamento alópata, los efectos secundarios de una sola sustancia química pueden ser estudiados y controlados. Sin embargo, en un extracto crudo de una planta medicinal, es prácticamente imposible que se puedan conocer todas las interacciones y sinergias entre las diversas sustancias químicas que se encuentran en él (George, 2011).

Al tratar el tema de toxicidad de plantas medicinales, se puede establecer una clasificación donde se identifiquen tres grupos de plantas. En el primer grupo se engloban plantas que contienen concentraciones elevadas de compuestos venenosos que bajo ninguna circunstancia deben ser ingeridos por la población, por ejemplo, *Atropa belladonna*, *Arnica* spp., *Aconitum* spp. y *Digitalis* spp. (Chan, 2012; Barold, 2018; Kwakye y otros, 2018). En el segundo grupo se clasifican plantas con respuestas tóxicas muy severas que

suelen ocasionar náuseas y vómitos, pero que son seguras si se utilizan en condiciones adecuadas, por ejemplo, *Lobelia* spp. y *Euonymus* spp. (Kumarasamy, y otros, 2003; Binitha, y otros, 2020; Oyedemi y otros, 2020). Finalmente, el tercer grupo está conformado por plantas que presentan tipos específicos de toxicidad, por ejemplo, la hepatotoxicidad de las que contienen alcaloides de pirrolizidina como *Symphytum* spp. (Oberlies, y otros, 2004).

Los grupos de población más vulnerables a cuadros de intoxicación causados por el mal consumo de plantas medicinales suelen ser los niños, ancianos, mujeres en gestación y personas con el sistema inmune comprometido (Marinoff y otros, 2009). Las intoxicaciones pueden ser procesos agudos, que son aquellos fácilmente detectables y que se presentan poco tiempo después del consumo de la planta, o bien, procesos crónicos, que se derivan de la exposición constante del individuo, en este caso a la planta consumida, y los cuales no pueden ser fácilmente detectables (Qamar y otros, 2019). Además, también es importante mencionar que las plantas medicinales pueden presentar dos tipos de toxicidad, la intrínseca y la extrínseca, los cuales se detallan en la tabla 1.

Debido a estos procesos de toxicidad en plantas medicinales, resulta de gran interés estudiar su composición fitoquímica y documentar las señales de toxicidad que se presentan cuando son consumidas por el ser humano. En la tabla 2 se presentan 50 investigaciones sobre el uso medicinal y las señales de toxicidad de algunas de las plantas medicinales

más utilizadas con distribución en México y algunas otras regiones de Latinoamérica.

**Tabla 1. Clasificación de toxicidad en especies vegetales.**

Tipo de toxicidad	Definición	Origen de la toxicidad	Ejemplos
Intrínseca	La planta produce metabolitos tóxicos para el ser humano.	Proviene de la misma planta y dependen de la dosis o del tiempo de empleo.	Alcaloides, flavonoides, glicósidos cardiotónicos y cianogénéticos.
Extrínseca	La planta no produce sustancias potencialmente tóxicas.	Proviene de la presencia de contaminantes.	Metales pesados, pesticidas, micotoxinas y alta carga microbiana.

**Tabla 2. Toxicidad de algunas plantas medicinales utilizadas en México y otros países de Latinoamérica.**

Nombre común	Nombre científico	Uso medicinal (se consume para tratar)	Señales de toxicidad (se presenta)	Referencia
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Disentería y fiebre	Dermatitis	Der Marderosian & Beutler, 2002
Aguacatillo	<i>Monnina schlechtendaliana</i>	Deshidratación	Náuseas y vómito	Bello-González y otros, 2015
Alacrancillo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Asma, anemia y mordeduras de serpientes	Hepatitis	Nelson & Shih, 2007
Algodoncillo	<i>Asclepias linaria</i>	Diurético, purgante y fiebre	Parálisis muscular	González-Costilla, 1991
Altamisa	<i>Ambrosia peruviana</i>	Fiebre, reumático y dolor	Neurotoxicidad	Salinas, 2012
Amargosa	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Diarrea	Gastritis	González-Costilla, 1991
Árnica morada	<i>Haplopappus gymnocephalus</i>	Dolor muscular y hemorroides	Gastritis	García-Regalado, 2014
Bola de venado	<i>Thevetia ahouai</i>	Dolor de muelas y dolor de cabeza	Cardiotoxicidad	Flores y otros, 2001
Campanilla	<i>Thevetia gaumeri</i>	Dolor de muelas y cáncer	Pérdida de dientes	Juscafresa, 1995
Capulín blanco	<i>Prunus serotina</i>	Tos, diarrea y dolor abdominal	Espasmos, náuseas y vómito	Castañeda-Díaz, 2013

Cardo santo	<i>Argemone mexicana</i>	Cicatrizante, fiebre, diurético y dolor	Dermatitis, induce el aborto y neurotoxicidad	Sosa-Gómez, 2012
Cebolla de monte	<i>Allium glandulosum</i>	Tuberculosis, fiebre y gripe	Entumecimiento, náuseas y vómito	Castañeda-Díaz, 2013
Chaparral	<i>Larrea divaricata</i>	Reumatismo, tuberculosis y mordeduras de víbora	Hepatotoxicidad	Rodríguez-Fragoso y otros, 2008
Chaya	<i>Cnidioscolus chayamansa</i>	Diabetes	Dermatitis	Flores y otros, 2001
Chilcuague	<i>Heliopsis longipes</i>	Dolor corporal	Narcótico	Adame y Adame, 2000
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	Diarrea y disentería	Causa aborto	Gutiérrez-Báez, 1995
Cuachalate	<i>Amphiteryngium adstringens</i>	Agente gastroprotector, disolución de cálculos biliares y renales	Vómito y dolor abdominal	Déciga-Campos y otros, 2007; Galot-Linaldi y otros, 2021
Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	Tos y asma	Vómito y dolor abdominal	González-Chávez y otros, 2000
Cúrbana	<i>Canella winterana</i>	Reumatismo y dolor de estómago	Edema y hemorragia	Macías-Peacock y otros, 2009
Epazote	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Infecciones parasitarias	Nefrotoxicidad y hepatotoxicidad	Soares, y otros, 2017

Escoba amarga	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Dolor de estómago y de cabeza	Bradycardia	Gutiérrez y otros, 2012
Estafiate	<i>Ambrosia psilostachya</i>	Dolor de estómago	Náuseas y vómito	Loredo -Medina y otros, 2002
Flor de muerto	<i>Tagetes erecta</i>	Diarrea, diabetes y reumatismo	Gastritis	Mendoza -Castelán, 2002
Flor de pascua	<i>Turbina corymbosa</i>	Fiebre y quemaduras	Alucinaciones	Aguilar -Contreras & Zollas, 1982
Flor de pato	<i>Aristolochia grandiflora</i>	Dolor de estómago y mordeduras de serpiente	Dolor abdominal y gastritis	Martínez, 1996
Gobernadora/Hediondilla	<i>Larrea tridentata</i>	Reumas, cálculos de vesícula y renales, dermatitis, hepatitis y antiséptico	Hepatotoxicidad, náuseas, vómito y gastritis	Mendoza -Castelán, 2003; López-Aguirre y otros, 2016
Guaco	<i>Aristolochia odoratissima</i>	Diarrea, dolor de estómago y calambres en el vientre	Nefrotoxicidad y hepatotoxicidad	Giovannini & Heinrich, 2009
Hierba de San Pedro	<i>Lantana camara</i>	Dolor de estómago, diarrea y reumatismo	Hepatotoxicidad, náuseas y vómito	León-Jiménez, 2005
Hierba del cáncer	<i>Acalypha monostachya</i>	Cáncer	Quemaduras en la piel	García -Regalado, 2014
Hierba del pollo	<i>Commelina elegans</i>	Conjuntivitis	Edema y dermatitis	Flores y otros, 2001
Hiedra venenosa	<i>Toxicodendron radicans</i>	Dolor de cabeza y reumatismo	Dermatitis	Navarro-Pérez y Avedaño -Reyes, 2002

Hierba santa	<i>Piper sanctum</i>	Fiebre, inflamación, y enfermedades gastrointestinales	Náuseas y vómito	Déciga -Campos, y otros, 2007
Hojasén	<i>Flourensia cernua</i>	Dolor de estómago y diarrea	Hepatotoxicidad	González -Costilla, 1991
Madroño	<i>Arbutus arizonica</i>	Diurético	Náuseas y vómito	García -Regalado, 2014
Maguey morado	<i>Tradescantia spathacea</i>	Cáncer, asma y tos	Granos en la piel	Flores y otros, 2001
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Cicatrización	Vómito, diarrea y dolor abdominal	Nogué Xarau y otros, 2000
Orégano	<i>Poliomintha longiflora</i>	Enfermedades gastrointestinales	Náuseas y vómito	Rivero-Cruz, y otros, 2011
Orquídea	<i>Scaphyglottis livida</i>	Enfermedades del corazón	Diarrea y náuseas	Déciga -Campos, y otros, 2007
Ortiga	<i>Cnidocolus urens</i>	Diurético	Hipotensión, náuseas y vómito	Salinas, 2012
Palo de Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Dolor y somnolencia	Dolor de cabeza y náuseas	Déciga -Campos, y otros, 2007
Peyote	<i>Lophophora williamsii</i>	Reumas y dolor	Alucinaciones	González -Elizondo y otros, 2004
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	Tos	Dermatitis	Núñez -Meléndez, 1975
Rompemuelas	<i>Asclepias curassavica</i>	Cáncer, cicatrizante y diurético	Náuseas, vómito y parálisis muscular	Fernández -Brewer y otros, 2008

Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	Dolor	Dermatitis y ocasiona el aborto	Lagunes -Gutiérrez, 2013
Sangre de drago	<i>Jatropha dioica</i>	Cáncer, reumatismo y pérdida de cabello	Dermatitis, vomito, parálisis muscular,	González -Costilla, 1991; Serrano -Gallardo, y otros, 2017
Timbiriche	<i>Bromelia plumieri</i>	Inflamación	Dermatitis	Flores y otros, 2001
Toloache	<i>Datura innoxia</i>	Diabetes, asma y cicatrizante	Narcótico, anorexia, cardiotoxicidad y visión borrosa	Martínez, 1996
Uvita	<i>Cordia dentata</i>	Tos	Diarrea severa	Flores y otros, 2001
Valeriana	<i>Valeriana procera</i>	Enfermedades del sistema nervioso	Náuseas y vomito	Déciga -Campos, y otros, 2007
Yerba de San Pedro	<i>Acmella repens</i>	Malaria	Alucinaciones	Blair-Trujillo & Madrigal, 2005

El consumo de plantas medicinales como remedio para diversos padecimientos muchas veces es considerado —erróneamente— inocuo, debido al origen natural de los productos. Gran parte de los efectos secundarios relacionados con toxicidad en las plantas medicinales, se originan por el uso excesivo o inadecuado de estos recursos. Como puede observarse en la tabla 2, los signos de toxicidad que se presentan son muy variados y afectan una amplia gama de sistemas corporales y órganos en el ser humano. Por ello, es necesario considerar las concentraciones seguras para no ocasionar en el organismo un proceso de toxicidad.

Debido a la poca información que se tiene hasta la actualidad sobre la toxicidad en plantas medicinales, algunas veces la intoxicación por dichos productos se puede confundir con otros padecimientos. Existe la necesidad urgente de estudios toxicológicos y la regulación a través de controles oficiales y normas de fabricación rigurosas de los productos a base de plantas medicinales para garantizar la salud de los consumidores.

## Referencias bibliográficas

- Adame, J. y Adame, H. (2000). *Plantas curativas del noreste mexicano*. Ediciones Castillo.
- Aguilar-Contreras, A. y Zollas, C. (1982). *Plantas tóxicas de México*. Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Alonso-Castro, A., Domínguez, F., Ruiz-Padilla, A., Campos-Xolalpa, N., Zapata-Morales, J., Carranza-Álvarez, C., & Maldonado-Miranda, J. (2017). Medicinal plants from North and Central America and the Caribbean considered toxic for humans: the other side of the coin. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, article 9439868. doi: 10.1155/2017/9439868
- Barold, S. (2018). Alternans during fascicular ventricular tachycardia due to digitalis toxicity. *Journal of electrocardiology*, 51(3), pp. 450-451.
- Bello-González, M., Hernández-Muñoz, S., Lara-Chávez, M. y Salgado-Garciglia, R. (2015). Plantas útiles de la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Polibotánica*, 39, pp. 175-215.



- Binitha, R., Shajahan, M., Muhamed, J., Anilkumar, T., Premalal, S. & Indulekha, V. (2020). Hepatoprotective effect of *Lobelia alsinoides* Lam. in Wistar rats. *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, 11(4), pp. 515-521.
- Blair-Trujillo, S. y Madrigal, B. (2005). *Plantas antimaláricas de Tucumaco, costa pacífica colombiana*. Universidad de Antioquia.
- Bye, R. y Linares, E. (1999). Plantas medicinales del México prehispánico. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 4-11.
- Castañeda-Díaz, S. (2003). *Uso de la vegetación forestal fanerogámica de San Miguel Pipillola, Tlaxcala, México* [tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Chan, T. (2012). Aconitum alkaloid content and the high toxicity of aconite tincture. *Forensic science international*, 222, pp. 1-3.
- Chopra, D. (2011). *Digestión perfecta*. Zeta Bolsillo.
- Déciga-Campos, M., Rivero-Cruz, I., Arriaga-Alba, M., Castañeda-Corral, G., Angeles-López, G., Navarrete, A. & Mata, R. (2007). Acute toxicity and mutagenic activity of Mexican plants used in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 110(2), pp. 334-342.
- Der Marderosian, A. & Beutler, J. (2002). *The review of natural products: The most complete source of natural product information*. Facts and Comparisons.
- Esteve de Sagra, J. (2006). La homeopatía. *Offarm*, 25(4), pp. 86-91.
- Farrer-Halls, G. (2013). *La biblia de la aromaterapia*. Gaia Ediciones.
- Fernández-Brewer, A., Juárez-Jaimes, V. y Cortés-Zárraga, L. (2008). Usos de las especies del género *Asclepias* L. (Apocynaceae, Asclepiadoideae), información del Herbario Nacional de México, MEXU. *Polibotánica*, 25, pp. 155-171.
- Flores, J., Canto-Avilés, G. y Flores-Serrano, A. (2001). Plantas de la flora yucateense que provocan toxicidad en el humano. *Revista Biomédica*, 12(2), pp. 86-96.
- Galot-Linaldi, J., Hernández-Sánchez, K., Estrada-Muñiz, E. & Vega, L. (2021). Anacardic Acids from *Amphipterygium adstringens* Confer Cytoprotection against 5-Fluorouracil and Carboplatin Induced Blood Cell Toxicity While Increasing Antitumoral Activity and Survival in an Animal Model of Breast Cancer. *Molecules*, 26(11), article 3241.
- García-Regalado, G. (2014). *Plantas medicinales de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- George, P. (2011). Concerns regarding the safety and toxicity of medicinal plants- An overview. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(6), pp. 40-44.
- Giovannini, P. & Heinrich, M. (2009). Xki yoma' (our medicine) and xki tienda (patent medicine)—interface between traditional and modern medicine among the Mazatecs of Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(3), pp. 383-399.
- González-Chávez, L., Hersch-Martínez, P. y Juárez-Miranda, A. (2000). *Plantas medicinales de Copalillo y Temalac, Guerrero*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- González-Costilla, O. (1991). *Estudio etnobotánico del municipio de Matehuala, San Luis Potosí, México*. [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- González-Elizondo, M., López-Enríquez, I., González-Elizondo, M. y Tena-Flores, J. (2004). *Plantas Medicinales del Estado de Durango y Zonas Aledañas*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional.
- Gutiérrez, G., Siqueiros-Delgado, M., Rodríguez-Chávez, H. y Cerda-Lemus, E. (2012). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
- Gutiérrez-Báez, C. (1995). *Plantas útiles de Chiconquiaco*. Universidad Veracruzana.
- Juscafresa, B. (1995). *Guía de la flora medicinal: tóxica, aromática y condimenticia*. Aedos.
- Kumarasamy, Y., Cox, P., Jaspars, M., Nahar, L., Wilcock, C., & Sarker, S. (2003). Biological activity of *Euonymus europaeus*. *Fitoterapia*, 74(3), pp. 305-307.
- Kwakye, G., Jiménez, J., Jiménez, J. y Aschner, M. (2018). *Atropa belladonna* neurotoxicity: implications to neurological disorders. *Food and Chemical Toxicology*, 116, pp. 346-353.
- Lagunes-Gutiérrez, F. (2013). *Vademecum de plantas medicinales del municipio de puente nacional, Veracruz*. Universidad Veracruzana.
- León-Jiménez, V. (2005). *Elaboración de una base de datos de plantas utilizadas en la medicina tradicional de México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- López-Aguirre, S., García-López, J., Pinos-Rodríguez, J., Yáñez-Estrada, L. & López-Hernández, Y. (2016). Chemical characterization and oral toxicity of an aqueous extract of *Larrea tridentata*. *Journal of Natural Products and Resources*, 2(2), pp. 79-82.
- Loredo-Medina, O., Rodríguez-Chávez, J. y Ramos-Espinoza, M. (2002). Aprovechamiento de recursos vegetales en una localidad de la reserva de la biosfera mariposa monarca, Michoacán, México. *Etnobiología*, 2(1), pp. 32-60.
- Lozoya, X. (1999). Un paraíso de plantas medicinales. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 14-21.
- Lozoya, X. (2005). SPA: *Salute per aqua*, el temazcalli. *Arqueología Mexicana*, XIII(74), pp. 54-57.
- Macías-Peacock, B., Suárez-Crespo, M., Berenguer-Rivas, C. y Pérez-Jackson, L. (2009). Intoxicaciones por plantas tóxicas atendidas desde un servicio de información toxicológica. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2), pp. 1-8.
- Malvido, E., & Del Amo, S. (1999). Médicos y farmacéuticos en el siglo XIX. *Arqueología Mexicana*, VII(39), 46-51.
- Martínez, M. (1996). *Las plantas medicinales de México*. Editorial Botas.
- Marinoff, M., Martínez, J. y Urbina, M. (2009). Precauciones en el empleo de plantas medicinales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(3), pp. 184-187.
- Mendoza-Castelán, G. (2002). *Manual de usos terapéuticos y dosificación de flores medicinales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Mendoza-Castelán, G. (2003). *Manual de usos terapéuticos y dosificación de maderas medicinales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo.

- Navarro-Pérez, L. y Avedaño-Reyes, S. (2002). Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México. *Polibotánica*, 14, pp. 67-81.
- Nelson, L. & Shih, M. (2007). *Handbook of poisonous and injurious plants*. New York Botanical Garden. Springer-Verlag.
- Nogué Xarau, S., Sanz-Gallén, P. y Blanché Vergés, C. (2000). Intoxicaciones por plantas (I). *Medicina Integral*, 36(10), pp. 371-379.
- Núñez-Meléndez, E. (1975). *Plantas medicinales de Costa Rica y su folclore*. Universidad de Costa Rica.
- Oberlies, N. H., Kim, N. C., Brine, D. R., Collins, B. J., Handy, R. W., Sparacino, C. M., Wani, M. C. & Wall, M. E. (2004). Analysis of herbal teas made from the leaves of comfrey (*Symphytum officinale*): reduction of N-oxides results in order of magnitude increases in the measurable concentration of pyrrolizidine alkaloids. *Public Health Nutrition*, 7(7), pp. 919-924.
- Ortiz Butrón, A. (2005). El temazcal arqueológico. *Arqueología Mexicana*, XIII(74), pp. 52-53.
- Ortiz de Montellano, B. (2005). Medicina y salud en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana*, XIII(74), pp. 32-37.
- Oyedemi, B., Oyedemi, S., Swain, S., Prieto, J. & Stapleton, P. (2020). Bactericidal and antibiotic-modulation activities of methanol crude extracts of *Ligustrum lucidum* and *Lobelia inflata* against MRSA phenotypes: Molecular docking studies of some isolated compounds from both plants against DNA gyrase A. *South African Journal of Botany*, 130, pp. 54-63.
- Qamar, H., Rehman, S. & Chauhuan, D. (2019). Current status and future perspective for research on medicinal plants with anticancerous activity and minimum cytotoxic value. *Curr. Drug Targets*, 20(12), pp. 1227-1243.
- Rivera Arce, E. (1999). Investigación reciente sobre plantas medicinales mexicanas. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 54-59.
- Rivero-Cruz, I., Duarte, G., Navarrete, A., Bye, R., Linares, E. & Mata, R. (2011). Chemical composition and antimicrobial and spasmolytic properties of *Poliomintha longiflora* and *Lippia graveolens* essential oils. *Journal of Food Science*, 76(2), pp. C309-C317.
- Rodríguez-Fragoso, L., Reyes-Esparza, J., Burchiel, S., Herrera-Ruiz, D. & Torres, E. (2008). Risks and benefits of commonly used herbal medicines in Mexico. *Toxicology and applied pharmacology*, 227(1), pp. 125-135.
- Salinas, P. (2012). Plantas tóxicas comunes en el estado de Mérida, Venezuela. Segunda parte. Adoxaceae, Astera-ceae, Caesalpinaceae, Chenopodiaceae, Combretaceae, Cruciferaeae, Cycadaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabiaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae, Papav. *Revista de la Facultad de Medicina*, 21(1), 26-46.
- Saz, P., & Ortiz, M. (2008). Flores de Bach. Revisión. *Farmacia Profesional*, 22(9), pp. 46-48.
- Serrano-Gallardo, L. B., Castillo-Maldonado, I., Borjón-Ríos, C. G., Rivera-Guillén, M. A., Morán-Martínez, J., Téllez-López, M. Á., García-Salcedo J. J., Pedroza-Escobar, D. & Vega-Menchaca, M. (2017). Antimicrobial

- activity and toxicity of plants from northern Mexico. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 16(2), pp. 203-207.
- Soares, M. H., Dias, H. J., Vieira, T. M., de Souza, M. G. M., Cruz, A. F. F., Badoco, F. R., Nicolella, H. D., Cunha, R. W., Groppo, M., Martins, C. H. G., Tavares, D. C., Magalhães, L. G. & Crotti, A. E. M. (2017). Chemical composition, antibacterial, schistosomicidal, and cytotoxic activities of the essential oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (Chenopodiaceae). *Chemistry & biodiversity*, 14(8), e1700149.
- Sosa-Gómez, R. (2012). *El poder medicinal de las plantas*. GEMA, Asociación Publicadora Interamericana.
- Torres Carsi, E. (2014). *Herbolaria mexicana*. México: Grupo Editorial Tomo S. A. de C. V.
- Torres, E. (2019). Curanderismo. *The art of traditional medicine without borders* (2.<sup>a</sup> Ed.). Kendall Hunt.
- Torres, E. & Miranda, I. (2020). *Curandero: Traditional Healers of Mexico and the Southwest*. Kendall Hunt.
- Velasco Lozano, A. (1999). Representación de algunas plantas medicinales en la arqueología. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 24-29.
- Viesca Treviño, C. (1999). Usos de las plantas medicinales mexicanas. *Arqueología Mexicana*, VII(39), pp. 30-35.





## **Lobelia**

*Lobelia* spp.

Se usa para tratar problemas respiratorios. Como relajante y contra las depresiones.

# CAPÍTULO 3



## Metabolitos secundarios



Lluvia Itzel López-López  
Bertha Irene Juárez Flores



Los compuestos aislados de fuentes naturales y que presentan una actividad biológica importante son conocidos como metabolitos secundarios, ya que provienen del metabolismo no esencial para la nutrición, pero que son clave en la adaptación, estado de nutrición y respuesta al medio ambiente. Estos metabolitos secundarios se clasifican utilizando diferentes criterios, uno de ellos es dividirlos como compuestos nitrogenados y no nitrogenados. En este capítulo se aborda de una manera general la respuesta a las preguntas ¿qué es un metabolito secundario?, ¿cómo se clasifican?, ¿cómo se producen?, y ¿por qué son importantes como responsables de los efectos terapéuticos en la medicina tradicional?

### 3.1. ¿Qué son los metabolitos secundarios?

Las plantas medicinales contienen moléculas que ejercen una acción biológica, o bien, la sinergia de varias moléculas son las que en conjunto muestran la actividad terapéutica. Estas moléculas son conocidas como metabolitos secundarios, ya que no son indispensables para la nutrición de un organismo, es decir, no participan en el metabolismo primario. No obstante, el papel de los metabolitos secundarios en las plantas es de suma importancia, pues le confiere funciones de protección, atrayentes de polinizadores, respuesta a estrés, entre otros, por lo cual, se relacionan con el desarrollo pleno de la especie vegetal (Sepúlveda-Jiménez y otros, 2003).

### 3.2. ¿Cómo se clasifican?

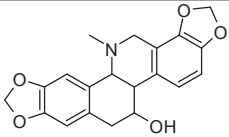
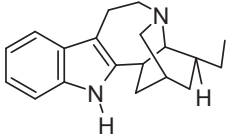
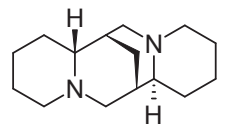
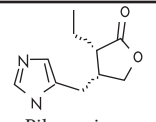
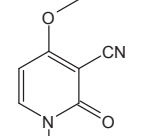
Los metabolitos secundarios a lo largo de la historia se han clasificado bajo diversos enfoques. Un ejemplo es de la fuente de procedencia, como es el caso de los glicósidos cardiacos aislados del género *Digitalis*; por su propiedad química, como es el caso de la basicidad de los alcaloides; o bien, por sus propiedades estructurales como en el caso de los compuestos fenólicos, esteroides, quinonas, etcétera (Marco, 2006). De forma más simplificada se pueden clasificar en dos grandes grupos: los metabolitos secundarios con nitrógeno y los metabolitos secundarios no nitrogenados. Esta última clasificación se ha tomado en cuenta para la descripción de grupos en el presente capítulo.

#### 3.2.1. Metabolitos secundarios con nitrógeno

Dentro de este grupo se encuentran los alcaloides, aminoácidos no proteicos, aminas, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos.

Los **alcaloides** son compuestos heterocíclicos que presentan nitrógeno y que generalmente se sintetizan a partir de aminoácidos como el triptófano, tirosina, fenilalanina, lisina, arginina y ornitina, solos o combinados con terpenoides. Actualmente, es usual referirse a la clasificación por su origen biosintético (Villalpando-Vargas y otros, 2019; Marco, 2006), la cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos de alcaloides, ejemplos y estructuras

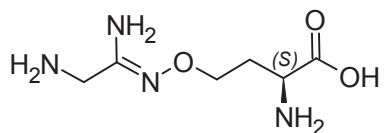
Origen biosintético	Ejemplo (aislamiento)	Actividad biológica
Fenilalanina/ tirosina	 Quelidonina ( <i>Chelidonium majus</i> )	Antiespasmódica
Triptófano	 (-)-Ibogamina ( <i>Tabernanthe iboga</i> )	Anticonvulsivo, anti-adictivo del sistema nervioso central (SNC)
Ornitina/lisina	 Esparteína ( <i>Spartium junceum</i> )	Cardiovascular, antihipertensiva, anticonvulsivo
Histidina	 Pilocarpina ( <i>Pilocarpus</i> spp.)	Medicamento parasimpaticomimético, usado para estimular la salivación
Ácido nicotínico	 Ricinina ( <i>Ricinus communis</i> )	Fitotoxina

Los alcaloides constituyen un grupo de gran importancia debido a las actividades biológicas mostradas, de las cuales resalta su acción en el sistema nervioso central, con efectos analgésicos, psicotrópicos, entre otros.

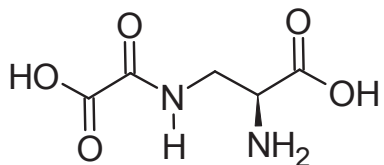
Por otro lado, se han descrito más de 240 aminoácidos no proteicos en plantas. Estos compuestos normalmente no forman parte estructural de las proteínas, sino que se encuentran en forma libre y pueden tener funciones duales, como material de reserva en las semillas y como sistema de defensa contra herbívoros. Además, pueden sustituir aminoácidos proteicos y provocar alteraciones estructurales y funcionales en proteínas (Taiz & Zeiger, 1991).

La distribución limitada en ciertas especies de los aminoácidos no proteicos es de gran utilidad en el estudio taxonómico de algunos géneros. Algunos ejemplos son la canavanina, presente en leguminosas como *Canavalia ensiformis*, cuya función es la de repeler su consumo por herbívoros e insectos; el ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oxalil-aminopropiónico y ácido  $\alpha,\beta$ -diamino propiónico descrito en el subgénero *Aculeiferum* (figura 1).

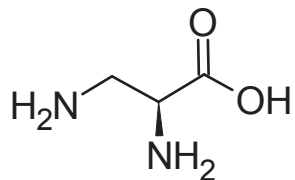
Otro ejemplo es el análogo de glutamato N-oxalil-L- $\alpha,\beta$ -diaminopropiónico (ODAP, por sus siglas en inglés), que se encuentra en el guisante del género *Lathyrus sativus* L. (Fabaceae), el cual sirve como insecticida para la planta, pero también es tóxico para los seres humanos. El consumo de grandes cantidades de *L. sativus* puede llevar a un tipo de



Canavanina



Ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oxalil-aminopropiónico



Ácido  $\alpha,\beta$ -diaminopropiónico

Figura 1. Aminoácidos no proteicos.

parálisis irreversible caracterizada por la falta de fuerza o incapacidad para mover las extremidades inferiores (Soto Hernández y otros, 2016).

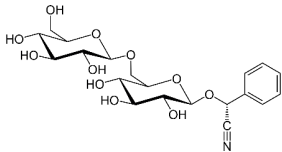
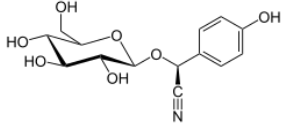
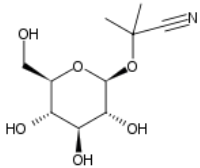
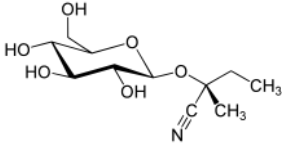
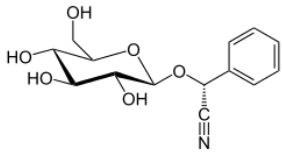
En el grupo de las **aminas** se incluyen ciertas aminas bioactivas con estructura simple como la etanolamina, adrenalina, dopamina, entre otras, que se consideran como mensajeros químicos en el metabolismo, así como, los derivados heterocíclicos nitrogenados simples y pigmentos pirrólicos. Dentro de los heterociclos nitrogenados simples se pueden mencionar a los carbohidratos nitrogenados

como los aza-azúcares (iminoazúcares), destacando la nojirimicina, desoxinojirimicina (figura 2), mannojirimicina y desoximanojirimicina que han mostrado actividad importante contra el virus del VIH (Marco, 2006).

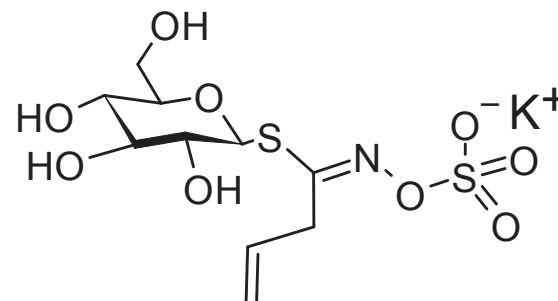
Otro grupo de metabolitos secundarios con nitrógeno lo representan los **glucósidos cianogénicos**, cuya estructura química está formada por una cianohidrina unida a una porción de azúcar. Cuando un glucósido cianogénico es hidrolizado se libera cianuro (cianogénesis), origen de la toxicidad de las plantas donde se encuentran, siendo ello un mecanismo de protección contra depredadores (Ringuelet y Viña, 2013; Quiroga y Olmos, 2009). La cianogénesis se lleva a cabo por acción de una  $\beta$ -glucosidasa, produciendo la porción azúcar y una cianohidrina que se transforma fácilmente a HCN con una cetona o aldehído (Serratos-Arévalo y otros, 2008).

El HCN es altamente fitotóxico y alelopático (que influyen en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos), inhibe la respiración celular en plantas y animales e interfiere en otros procesos relacionados con el crecimiento (González y Sotomayor, 2005). Hoy en día se conocen aproximadamente 25 glucósidos cianogénicos diferentes, de los cuales la amigdalina, la durrina, la linamarina, la lotaustralina, la prunasina y la taxifilina son los de mayor importancia en las plantas comestibles; algunas estructuras se muestran en la tabla 2.

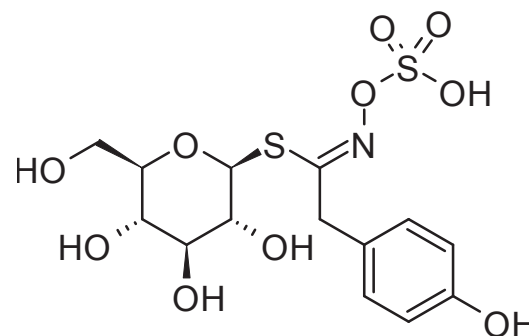
**Tabla 2. Glucósidos cianogénicos representativos de plantas comestibles**

Estructura	Nombre	Fuente
	Amigdalina	Huesos de albaricoque ( <i>Prunus armeniaca</i> )
	(2S)-Durrina	Borraja de <i>Sorghum bicolor</i> .
	Linamarina	En especies como la yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz), habas y lino.
	Lotaustralina	Raíz de la yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz)
	Prunasina	Género Olinia y Acacia

El aroma y percepción al gusto de algunos condimentos como la mostaza negra (*Brassica nigra*), el repollo, el brócoli o la coliflor, pertenecientes a la familia Brassicaceae, está relacionada con la degradación de sustancias como los **glucosinolatos**, algunos ejemplos son la sinigrina en la mostaza negra, y la sinalbina en la mostaza blanca (*Sinapis alba*) (Ávalos-García & Pérez-Urria, 2009) (figura 2).



Sinigrina



Sinalbina

Figura 2. Glucosinolatos responsables del aroma de la mostaza negra y blanca.

### 3.2.2. Metabolitos secundarios no nitrogenados

Los **terpenoides** también llamados isoprenoides, debido a que a altas temperaturas se descomponen y producen isopreno. De acuerdo al número de unidades de isopreno ( $C_5$ ), los terpenoides se clasifican como hemiterpenos ( $C_5$ ), monoterpenos ( $C_{10}$ ), sesquiterpenos ( $C_{15}$ ), diterpenos ( $C_{20}$ ), triterpenos ( $C_{30}$ ), tetraterpenos ( $C_{40}$ ) y politerpenos (con más unidades). Es uno de los grupos más numerosos de metabolitos secundarios, se han reportado más de 40000 moléculas. Forman parte importante de los compuestos volátiles de las plantas, en los aceites esenciales, por lo que su estudio y uso tiene un apartado especial dentro de la medicina tradicional debido a la actividad biológica mostrada (Dudareva y otros, 2004). De la gran diversidad de compuestos en esta familia, destacan por sus propiedades y aplicaciones los mostrados en la figura 3.

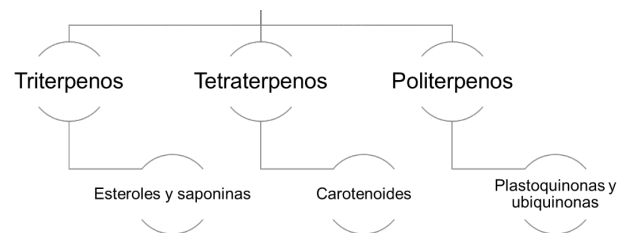
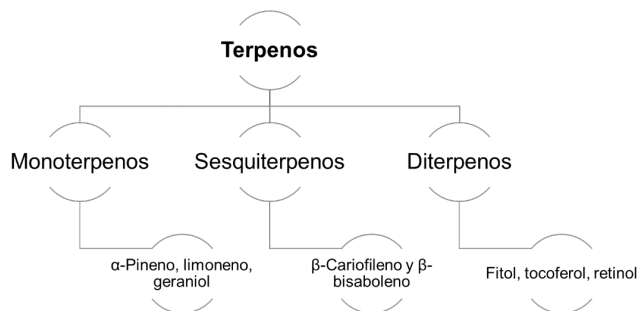


Figura 3. Clasificación de terpenos y moléculas destacadas.

En la actualidad, el estudio de estos compuestos se enfoca en su obtención a través de procesos amigables al medio ambiente como es la química verde, además de las propiedades biológicas reportadas. Así, el mirceno y  $\alpha$ -pineno se han aislado del aceite de Cannabis mediante extracción por fluidos supercríticos con  $CO_2$  (Rodríguez y Dávila-Rincón, 2022).

Los **poliacetilenos** son metabolitos secundarios con gran presencia en la naturaleza, se han aislado de plantas, hongos, microorganismos, algas marinas, esponjas, e incluso de mamíferos y humanos. En las plantas se distribuyen principalmente en siete familias: *Apiaceae*, *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Campanulaceae*, *Olacaceae*, *Pittosporaceae* y *Santalaceae*. Dentro de su estructura química, son compuestos con enlaces covalentes simples y triples de manera alternada.

Se han aislado más de 2000 diferentes moléculas bioactivas de acetilenos, y de manera estructural se han clasificado en compuestos acetilenos acíclicos con  $C_{18}$ - $C_{14}$ , acíclicos con  $C_{13}$ - $C_8$ , compuestos derivados de alleno, y compuestos acetilenos aromáticos y heterocíclicos (Konovalov, 2014; Barancelli y otros, 2009), Figura 4. En la

literatura se citan propiedades antimicrobianas, anestésicas, antiinflamatorias y especialmente citotóxicas (que dañan o matan las células o los tejidos) para estos metabolitos (Christensen & Lam, 1991; Chen y otros, 2015).

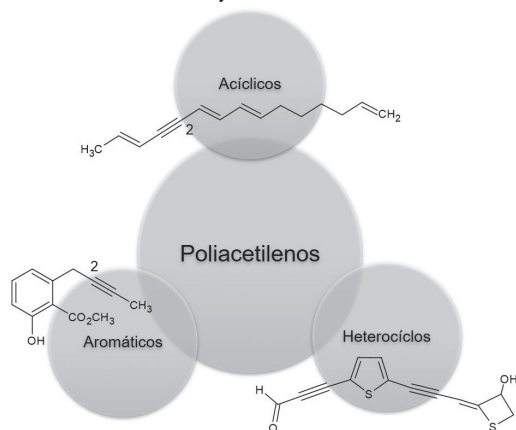
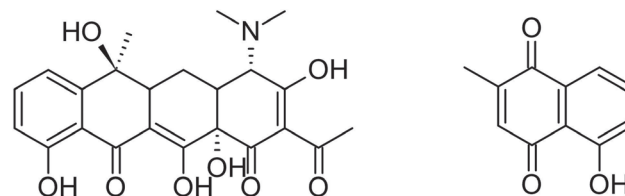


Figura 4. Poliacetilenos en la naturaleza.

Los **policétidos** son compuestos que contienen de manera alternada grupos carbonilo y metilenos, con estructura  $\beta$ -policetonas, los cuales se derivan de la condensación repetitiva de subunidades de acetilo y propionilo derivadas por descarboxilación de malonil coenzima A o metilmalonil coenzima A catalizado por la policétido sintasa en un proceso análogo a la biosíntesis de ácidos grasos. Estos metabolitos secundarios se encuentran presentes en bacterias, hongos, plantas y animales. De manera estructural es un grupo diverso con amplia actividad biológica como antifúngicos, citostáticos (sustancia que demora o detiene el crecimiento de las células, incluso las cancerosas, sin destruirlas), antiparasitarios, antibióticos, entre otras (Marco, 2006).



Tetraciclina

Plumbagina

Figura 5. Antibiótico a) tetraciclina y b) plumbagina (aislado de especies de Plumbago).

Por último, y no menos importante, tenemos al grupo de los fenilpropanoides, donde se encuentran los compuestos derivados del ácido cinámico o hidroxicinamatos. Su estructura es de C6-C3, lo que indica un grupo aromático (C6) y una cadena de 3 carbonos (C3). Estos compuestos se pueden encontrar desde la manera más simple, como ésteres amidas y glicósidos, así como su forma condensada en los taninos. Su distribución en la naturaleza es abundante, algunos ejemplos son el ácido caféico, el ácido vanílico, el ácido ferúlico, entre otros (figura 6).

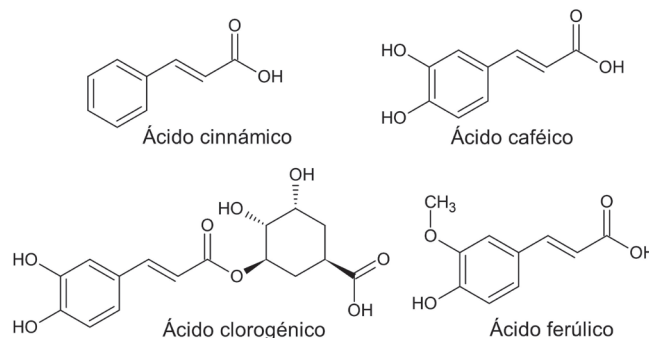


Figura 6. Fenilpropanoides con estructura simple.



Dentro de este grupo también podemos encontrar a las cumarinas, en donde la cadena C-3 del fenilpropanoide se cicla y forma un anillo de pirona, por su estructura química también son clasificadas como derivados del pirano, piranosas y piranonas (lactonas).

Cuando los alcoholes derivados del ácido cinámico se condensan, forman estructuras conocidas como lignanos, los cuales pueden ser simples (dos unidades de fenilpropanoides), neolignanos y heterolignanos (flavolignanos, lignanocumarinas). En las plantas los lignanos tienen funciones importantes frente a factores bióticos (daño causado por otros organismos vivos como bacterias, virus, hongos, parásitos, insectos beneficiosos y dañinos). La lignina es el polímero resultante de la condensación de lignanos, lo cual confiere dureza a la pared celular de las plantas.

Los flavonoides poseen estructura C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, son el grupo más común de los compuestos polifenólicos distribuidos en la naturaleza, Figura 7. Se clasifican de acuerdo con la modificación química estructural de su anillo C, en chalconas (anillo C abierto), flavanonas (con un carbonilo en la posición 4), dihidroflavonoles (posición 4 hidroxilada), flavan-3,4-dioles (cuando el carbonilo en 4 se encuentra reducido), flavonas (doble enlace en la flavanona), flavonoles (doble enlace en el dihidroflavonoides), isoflavonas (cuando el anillo B se une al anillo C por el carbono 3), neoflavonas (anillo B y C unidos por el carbono 4) (figura 7).

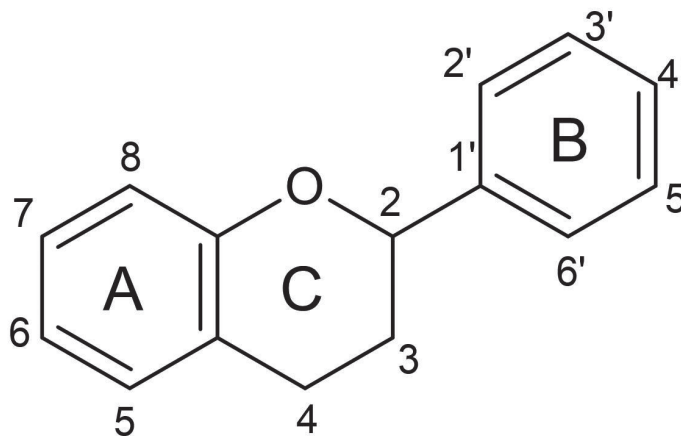


Figura 7. Esqueleto estructural de flavonoide.

### 3.3. ¿Cómo se producen?

Las plantas presentan vías metabólicas que llevan a la formación de los metabolitos que son característicos de un grupo taxonómico y cuya función difiere de los procesos vitales, por lo cual se les denomina rutas de metabolismo secundario y a los compuestos sintetizados metabolitos secundarios (Azcón-Bieto y Talón, 2000) (figura 8). Esta inmensa variedad de compuestos, aunque no son indispensables para el sostén vital de la planta, si constituyen una parte importante de su interacción con su entorno y su buen desarrollo. Así, se observan compuestos sintetizados en respuesta a la protección frente a depredadores, patógenos, contra la radiación ultravioleta, desecación, atrayente de polinizadores, etcétera (Isah, 2019).

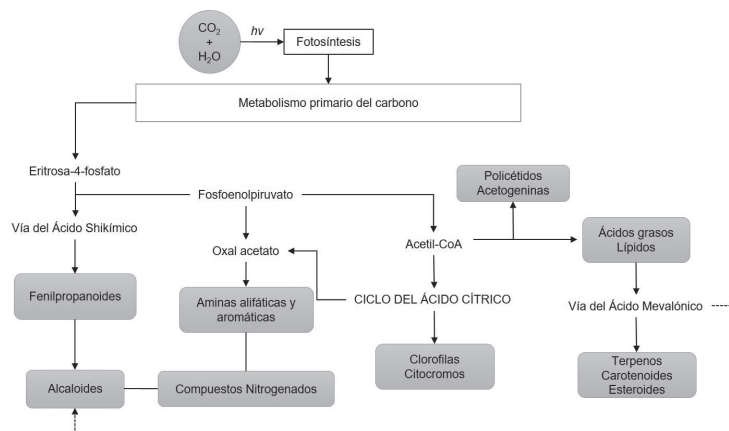


Figura 8. Biosíntesis de algunos metabolitos secundarios y su relación con la fotosíntesis. (Tomado y modificado de Azcón-Bieto y Talón, 2000).

Una clara diferencia entre los metabolitos primarios y los secundarios es su distribución, ya que los primarios están presentes en todas las especies vegetales; no siendo el caso para los metabolitos secundarios, que son en algunos casos exclusivos para cierta especie, o para un grupo relacionado taxonómicamente, por lo que algunos son considerados marcadores para el estudio taxonómico de familias y especies (Maier, Chapman & Smith, 1997).

### 3.4. Importancia biológica

Los metabolitos secundarios han tenido un papel importante en el estudio y descubrimiento de fármacos con variedad de actividades farmacológicas. Algunas de ellas, se han aislado de su fuente natural, presentando buena respuesta biológica, por lo que han sido blanco para la síntesis total de la misma,

o bien, para modificarla sintéticamente para mejora de sus propiedades biológicas, farmacocinéticas o disminución de las actividades no deseadas. Existen innumerables ejemplos (Isah, 2019; Yeshi y otros, 2022), algunos de los más destacados se mencionan en la tabla 3.

Tabla 3. Metabolitos secundarios con reconocidas propiedades biológicas

Compuesto químico	Especie	Metabolito	Propiedad biológica
Alcaloides	<i>Camptotheca acuminata</i>	Camptotecina	Anticancerígeno
	<i>Hyoscyamus niger</i>	Escopolamina	Narcótico, sedante
	<i>Catharanthus roseus</i>	Vindoline	Antidiabético
	<i>Rauwolfia serpentina</i>	Ajmalina	Antihipertensivo
	<i>Eschscholzia californica</i>	Sanguinarina	Antibacteriano
Fenólicos	<i>Centella asiatica</i>	Asiaticoside	Agente anticelulitis
	<i>Quercus ilex</i>	Kaempferol	Anticancerígeno y antiinflamatorio
	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Ácido rosmarínico	Antioxidante y antimicrobiano
Terpenoides	<i>Pimpinella anisum</i>	Azadiractina Anetol	Control de plagas en agronomía Analgésicas y neurotrópicas
	<i>Hypericum brasiliense</i>	Ácido betulínico	Anticancerígeno
Naftoquinonas Poliacetilenos Glucósidos	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>	Shikonina	Nematicida
	<i>Coreopsis</i> , <i>Bidens</i> y <i>Tagetes spp.</i>	Tiofenos	
	<i>Scrophularia ningpoensis</i>	Catalpol, aucubin	Hepatoprotectivo y neuroprotectivo

Como puede observarse, los metabolitos secundarios presentan una amplia variedad de propiedades biológicas, las cuales se han ensayado tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*, además de los estudios toxicológicos que avalen su uso terapéutico, sin embargo, el abanico de nuevas moléculas se abre ante el descubrimiento de nuevas especies y su estudio fitoquímico, elucidación estructural y modificación sintética.

La actual pandemia por coronavirus ha detonado la búsqueda de moléculas antivirales frente a diversos blancos biológicos. Leos-Malagón y colaboradores describen el empleo de 18 especies aromáticas medicinales, con metabolitos secundarios de naturaleza fenólica y terpénica que podrían inhibir la proliferación y diseminación del SARS-CoV-2. Algunos compuestos como el  $\beta$ -sitosterol, el éster fenilético de ácido cafeico, la quercetina, la luteolina, la rutina y la apigenina han mostrado efecto sobre la proteasa principal (Mpro) del SARS-CoV en modelos *in silico* (Leos-Malagón y otros, 2020).

## Conclusión

Los productos naturales constituyen una fuente importante en el descubrimiento de nuevas moléculas terapéuticas con diversas propiedades biológicas, ya sea como agentes antimicrobianos, antiparasitarios, antidiabéticos, anticancerígenos, entre otros. La necesidad de metabolitos secundarios que puedan ser usados como fármacos es necesaria para hacer frente a diversas problemáticas, como lo es la resistencia microbiana a los antibióticos, o bien, agentes antineoplásicos (que impiden el desarrollo, crecimiento, o

proliferación de células tumorales malignas) con una mayor selectividad y menos efectos adversos.

Por ello, tanto el descubrimiento de nuevas especies vegetales, así como su estudio fitoquímico que amplíe la diversidad estructural, abre la posibilidad de búsqueda en la química medicinal. El estudio de la maquinaria bioquímica también es otra área que a mayor conocimiento se pueden utilizar las herramientas genéticas que sirvan para promover la síntesis de un metabolito en especial. Sin lugar a dudas, los metabolitos secundarios y su actividad biológica estudiada constituyen el soporte científico en el caso de las especies empleadas en la medicina tradicional.

## Agradecimiento

Al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por todas las facilidades en la investigación y escritura de este capítulo.

## Referencias bibliográficas

- Ávalos-García, A y Pérez-Urria, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas Reduca (Biología). *Serie Fisiología Vegetal*, 2(3), pp. 119-145.
- Azcón-Bieto, J. y Talon, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Interamericana Mc Graw Hill.
- Barancelli, D. A., Mantovani, A. C., Jesse, C., Nogueira, C. W. & Zeni G. (2009). Synthesis of natural polyacetylenes bearing furan rings. *Journal of Natural Products*, 72, pp. 857-860.

- Chen, Y., Peng, S., Luo, Q., Zhang, J., Guo, Q., Zhang, Y. & Chai, X. (2015). Chemical and pharmacological progress on polyacetylenes isolated from the family Apiaceae. *Chemistry and Biodiversity*, 12(4), pp. 474-502.
- Christensen, L. P. & Lam, J. (1991). Acetylenes and related compounds in Astereae. *Phytochemistry*, 30, pp. 2453-2476.
- Dudareva, N., Pchersky, E. & Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology*, 135, pp. 1893-1902.
- González, E y Sotomayor, C. (2005) Efecto alelopático de glucósidos cianogénicos sobre plántulas de duraznero Nema-guard. *Ciencia e Investigación Agraria*, 32(1), pp. 13-18.
- Maier, C. G. A., Chapman, K. D. & Smith, D. W. (1997). Phytoestrogens and floral development indioecious *Maclura pomifera* (Raf.) Schoneid. and *Morus rubra* (L.) (Moraceae). *Plant Science*, 130, pp. 27-40.
- Isah, T. (2019). Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biological Research*, 52, article 39.
- Konovalov, D. A. (2014). Polyacetylene compounds of plants of the Asteraceae family (Review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 48(9), pp. 36-53.
- Leos-Malagon, A. S., Saavedra-Cruz, R. D. y Viveros-Valdez, E. (2020). Plantas aromáticas posiblemente útiles contra el SARS-CoV-2 (covid-19). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6), pp. 744-752.
- Marco, J. A. (2006). *Química de los productos naturales*. Editorial Síntesis.
- Quiroga, P. y Olmos, V. (2009). Revisión de la toxicocinética y la toxicodinamia del ácido cianhídrico y los cianuros. *Acta Toxicológica Argentina*, 17(1), pp. 20-32.
- Ringuelet, J. y Viña, S. (2013). *Productos Naturales Vegetales*. Editorial Universidad de la Plata.
- Rodríguez, G. y Dávila-Rincón, J. (2022). Evaluación de la solubilidad de cannabinoides y terpenos contenidos en aceite de Cannabis en CO<sub>2</sub> supercrítico usando métodos de contribución de grupos para la estimación de sus propiedades. *Revista Ing-Nova*, 1(1), pp. 99-120.
- Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H. y Rocha-Sosa, M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), pp. 355-363.
- Serratos-Arévalo, C., Carreón-Amaya, J., Castañeda-Vázquez, H., Garzón de la Mora, P. y García-Estrada, J. (2008). Composición químico-nutricional y de factores antinutricional en semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). *Interciencia*, 33(11), pp. 1-6.
- Soto-Hernández, M., Rico-Arce, M. L. y Kite, G. (2016). Aminoácidos no proteicos en algunas especies de la subfamilia Mimosoideae con énfasis en el género *Acacia sensu lato*. *Botanical Sciences*, 94(3), pp. 585-592.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (1991). *Plant Physiology*. Benjamin Cummings.
- Villalpando Vargas, F. V., Medina Ceja, L. G., Rodríguez Mercado, S. y Ventura Mejía, C. (2019). Esparteína y lupanina como fitoterapias anticonvulsivas alternativas. *e-CUCBA*, 11, pp. 8-17.
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejerite, E. & Wangchuk, P. (2022). Plant secondary metabolites produced in response to abiotic stresses has potential application in pharmaceutical product development. *Molecules*, 27(1), 313.



## Ajo

*Allium sativum*

Excitante energético, expectorante, desinfectante, antiparasitario, inmunomodulador y diurético.

# CAPÍTULO 4

---

## Uso del cultivo *in vitro* para la propagación de especies vegetales

---

María del Socorro C. Santos Díaz



#### 4.1. Propagación de plantas por cultivo de tejidos vegetales

En el mundo, más de 50000 plantas se han usado como fuente de una gran variedad de compuestos como fármacos, colorantes, aromatizantes, condimentos e insecticidas. En particular, el 40% de los fármacos producidos en países de Occidente provienen de las plantas (Rout y otros, 2009). Sin embargo, la explotación comercial de las plantas presenta algunas limitantes, entre ellas, la variación en el contenido de los compuestos bioactivos, también llamados metabolitos secundarios.

Los metabolitos secundarios son sintetizados por las plantas como mecanismos de defensa ante factores ambientales y patógenos, así como para atraer a insectos polinizadores. Por ello, sus niveles cambian en función de la edad de la planta, tipo de suelo, ataque por plagas y enfermedades y condiciones del clima. En Chile se ha encontrado que la concentración de metabolitos presentes en la misma planta fue tres veces mayor en las que fueron cultivadas en el norte del país en comparación con las cultivadas en el sur (Muñoz-Concha y otros, 2004).

Adicionalmente, las plantas no siempre se recolectan, secan y almacenan en condiciones controladas, por lo que se alteran las actividades enzimáticas y por ende la concentración de los compuestos fitoquímicos.

Otra de las desventajas de usar plantas completas es la baja concentración de metabolitos secundarios, lo cual requiere

grandes volúmenes para satisfacer la demanda del mercado: Para obtener 1 g de vinblastina se necesita colectar media tonelada de hojas secas de *Catharanthus roseus* y para 25 kg de taxol se requieren 340000 kg de corteza de *Taxus brevifolia*, lo que corresponde a 38000 árboles (Cragg y otros, 1993).

Por otro lado, muchas especies vegetales de importancia en medicina tradicional son silvestres y se colectan de su hábitat natural. Dado que usualmente no hay un proceso de cultivo, resiembra o programa de reforestación, las poblaciones naturales han disminuido drásticamente, poniendo en riesgo de extinción a muchas especies (Howes y otros, 2020).

Una técnica con mucho potencial para la propagación y conservación de plantas es el cultivo de tejidos vegetales (CTV) también conocida como micropropagación, propagación clonal o cultivo *in vitro*. Esta metodología se refiere al cultivo de órganos, tejidos o células en medios de cultivo definidos, condiciones ambientales controladas y libres de patógenos (Dodds & Roberts, 1985).

El CTV está basado en la totipotencia de las células vegetales, es decir, en su capacidad genética para regenerar una planta completa si se le cultiva en las condiciones adecuadas. Usando este procedimiento se pueden obtener cientos o miles de plantas al año en menor tiempo, en comparación con las técnicas de propagación tradicional. Más de un millar de especies se han multiplicado con esta técnica e incluyen especies forestales, tropicales, herbáceas, orquídeas y cactáceas (Twaij y otros, 2020).

Las etapas que se siguen en el cultivo *in vitro* son:

**Fase 0: Selección y crecimiento de la planta madre.** De preferencia deben emplearse plantas jóvenes, vigorosas y sanas para que respondan exitosamente a los tratamientos. En el caso de las plantas medicinales es deseable seleccionar genotipos que sintetizen altos niveles de metabolitos.

**Fase 1: Iniciación del cultivo.** Para iniciar el cultivo *in vitro* puede usarse cualquier parte de la planta (semilla, tallo, raíz, hoja), la cual es conocida como explante. Puede seleccionarse el explante que usualmente se utiliza en la propagación tradicional de la planta. Por ejemplo, si la especie produce abundantes semillas, éste material sería el adecuado para empezar el cultivo *in vitro*. Si es una planta que se propaga fácilmente por esquejes (fragmento de tallo con yemas de consistencia leñosa), como las especies forestales, entonces éstos se emplearán como explante.

Si la propagación es a base de tubérculos, como es el caso de muchas especies de orquídeas o tulipanes, se empleará este tejido preferentemente. En caso de que no se disponga de esta información, deberán probarse varios explantes y seleccionar el que mejor responda al medio de cultivo. Una vez seleccionado el explante debe desinfectarse con agentes químicos como alcohol, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno o nitrato de plata para eliminar los contaminantes microbianos o fúngicos que pudiesen estar presentes en el tejido.

El tiempo, la concentración y combinación de desinfectantes varía según el tejido y origen de la planta. Ya que las plantas silvestres suelen presentar mayor grado de contaminación que las plantas cultivadas en invernadero, se requiere de tratamientos de asepsia más intensos. Asimismo, si el explante seleccionado es la raíz, se utilizarán mayores concentraciones y varios desinfectantes, en comparación a si el explante es la hoja o la semilla (Cassells, 2000).

**Fase 2: regeneración y multiplicación del tejido.** Una vez obtenidos los explantes asépticos se colocan en medios de cultivo nutritivo. Los componentes del medio deben proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta e incluyen una fuente de nitrógeno en forma de nitrato de amonio o nitrato de potasio, una fuente de calcio, y sales de magnesio, manganeso, hierro, cobalto y boro, entre otras.

A los medios también se le adicionan vitaminas (piridoxina y tiamina), una fuente de carbono (sacarosa, glucosa), fitohormonas o reguladores de crecimiento y gelificantes para dar soporte a la planta. El pH de los medios usualmente es de  $5.7 \pm 0.02$  y antes de usarse deben esterilizarse en autoclave o por ultrafiltración (George y otros, 2008).

**Fase 3: elongación y enraizamiento del tejido.** Durante la propagación de plantas es muy común que primero se regenere la parte aérea (brotes adventicios). Una vez generados los brotes se subcultivan en el mismo medio para su

multiplicación. Cuando se dispone de brotes elongados y bien definidos, se transfieren a los medios de enraizamiento. Muchas especies inducen rápidamente su raíz en medios sin reguladores de crecimiento, en tanto que otras requieren la presencia de las auxinas en el medio (George y otros, 2008).

En general, los cultivos generados en las etapas anteriores se mantienen en cámaras de crecimiento con una temperatura de  $25 \pm 2$  °C y un fotoperiodo de 16 horas (h) de luz y 8 h de oscuridad para simular las etapas del día y la noche, respectivamente. El material debe manejarse en campanas de flujo laminar, las cuales proveen un área aséptica libre de polvo para evitar la contaminación (Dodds & Roberts, 1985)

**Fase 4:** transferencia a suelo. Las raíces de las plántulas obtenidas *in vitro* se lavan con agua corriente para eliminar el resto de medio de cultivo. Es deseable tratar las raíces con algún fungicida comercial para evitar la invasión de hongos, y aplicar un enraizador para promover un mayor desarrollo de la raíz.

Las plantas posteriormente se colocan en macetas conteniendo suelo estéril o sustratos inertes como vermiculita, perlita, arena, tezontle, solos o combinados entre sí. Estos soportes deben desinfectarse previamente con agentes químicos, como cloro, y posteriormente lavarse con abundante agua para eliminar el desinfectante. Los soportes también pueden esterilizarse en autoclave (Pérez-Molphe Balch y otros, 1999).

Considerando que la humedad en el interior de frasco de cultivo es muy alta (80 a 90%) se recomienda cubrir los recipientes o macetas con cubiertas de plástico transparente para mantener la humedad del ambiente. Posteriormente, se realizan perforaciones a la cubierta plástica para reducir paulatinamente la humedad y facilitar el proceso de adaptación de las plantas. Después de varias semanas se retiran las cubiertas y las plantas se pueden mantener en el invernadero o bien transferirse al vivero o a campo (George y otros, 2008). En la figura 1 se resumen los procesos generales para la regeneración de plantas *in vitro*.

Entre las plantas medicinales mexicanas micropropagadas exitosamente por organogénesis se encuentra *Galphimia glauca*. Esta planta se usa como sedativo, anticonvulsivo y para tratar problemas mentales. Para iniciar el cultivo, Rojas y colaboradores (2005), utilizaron brotes axilares como explante, obteniéndose 20 brotes por explante en un periodo de 60 días. Los brotes desarrollaron raíces después de 20 días. La sobrevivencia de las plantas transferidas a suelo fue del 90%. Al analizar los niveles del principio activo galfimina- B en las plantas regeneradas, se observó que fue similar al de las plantas silvestres, demostrando que las plantas regeneradas mantienen intacta su capacidad para sintetizar los principios activos.

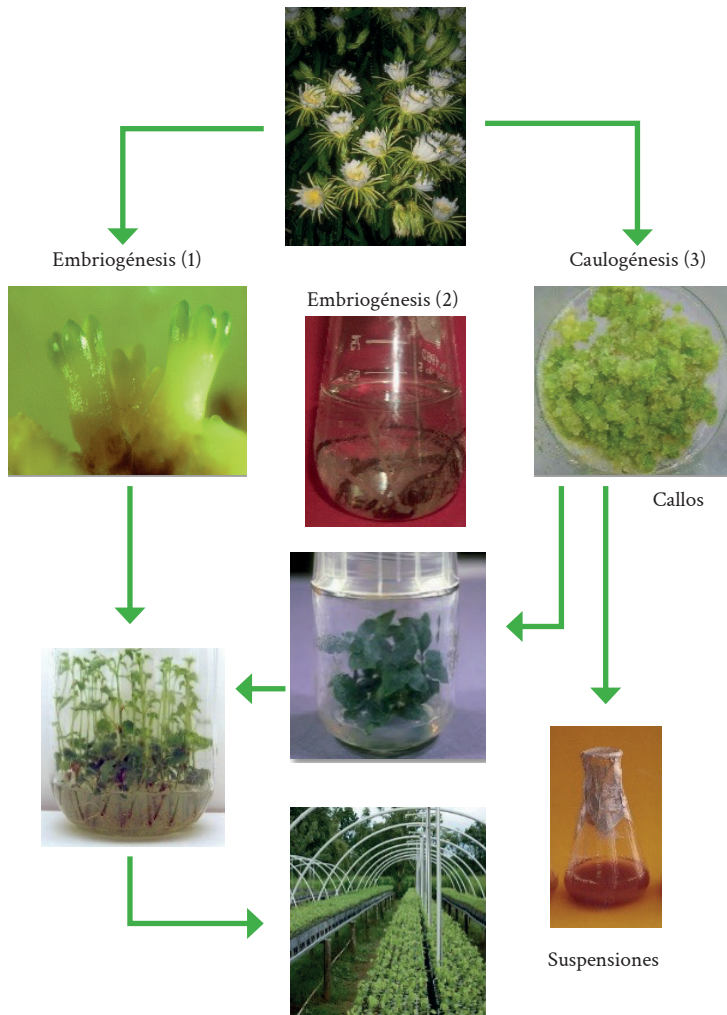


Figura 1. Procesos del cultivo de tejidos vegetales. El cultivo se inicia usando cualquier parte de la planta. Pueden generarse embriones (1), órganos como raíces y tallos (2) o tejido no diferenciado conocido como callo (3) y a partir de ellos, regenerar la planta completa.

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales se logró igualmente la propagación exitosa del *Poliominta longiflora* Grey, un orégano gourmet silvestre, cuyo aceite esencial posee compuestos de interés gastronómico y farmacológico, como timol y carvacrol. Esta planta es difícil de propagar por semilla o por esquejes y su colecta indiscriminada ha ocasionado una importante reducción de plantas en el Altiplano Potosino. Para iniciar el cultivo se usaron semillas, y se promovió la germinación. Se logró la formación de 12 brotes nuevos por explante, y el 90% de los brotes formaron raíces (Izar-Ramírez, 2019). Sin embargo, la etapa de aclimatación fue difícil y se requirieron cerca de dos meses para obtener las plantas aclimatadas. Otras plantas medicinales mexicanas micropropagadas exitosamente incluyen menta, valeriana, genciana y tilia (Murthy y otros, 2014).

#### 4.2. Embriogénesis somática

La regeneración de plantas completas también puede realizarse por el proceso de embriogénesis somática (figura 1), llamada así porque los embriones no provienen de un proceso sexual, sino que se derivan del cuerpo “soma” de la planta.

Las células proembrionarias o embrionarias presentan características bioquímicas similares a las células en activa división, entre ellas, el tamaño pequeño, un citoplasma denso, núcleo grande, nucléolo prominente, vacuola pequeña y abundantes gránulos de almidón. Estas características sugieren que las células se encuentran en un estado metabólico muy activo, que incluye elevada síntesis de ADN, ARN y

proteínas. La característica más distintiva de un embrión somático es su estructura bipolar (raíz y brote) que constituye en sí un nuevo individuo con capacidad de originar una planta completa (Loyola Vargas & Ochoa Alejo, 2016).

La embriogénesis somática puede ser directa o indirecta. En el primer caso, el embrión se forma directamente del tejido inicial sin la formación de callo. En la embriogénesis indirecta primero se desarrolla el callo y de este se forman las estructuras embrionarias (Loyola Vargas & Ochoa Alejo, 2016).

Las etapas de la embriogénesis somática son similares a las de la embriogénesis sexual, es decir, fase globular, de corazón, de torpedo y cotiledonar. A los tres o cuatro días de cultivo se observa una rápida división del agregado celular en sitios específicos, originando el embrión en etapa globular. En la siguiente fase, los agregados celulares inician su proceso de polarización para formar las estructuras de corazón, torpedo y embrión maduro (figura 2).



Figura 2: Etapas globular (G), de corazón (C) y de torpedo (T) de un embrión somático generado por embriogénesis indirecta.

Las plantas micropropagadas por organogénesis o embriogénesis tienen la ventaja de ser plantas sanas y libres de patógenos y, por lo tanto, pueden transferirse al campo para fines de conservación (en áreas naturales protegidas), reforestación o comercialización.

Es importante recalcar que cada planta responde de forma diferente a los procedimientos *in vitro*, por lo que es necesario optimizar las condiciones de cultivo para cada especie. Sin embargo, usualmente se parte de la información disponible para establecer el cultivo.

Una vez definidas y optimizadas las condiciones de cultivo, puede acelerarse el proceso de multiplicación de las plantas a través del uso de biorreactores, como los de inmersión temporal. Éstos son equipos automatizados que permiten el control del microambiente del cultivo, así como el suministro del medio. Entre los más usados se encuentran los biorreactores de inmersión temporal RITA® (Etienne & Berthouly, 2002). Este sistema incluye dos compartimentos separados por una malla de poliuretano; en la parte superior se colocan los explantes y en la inferior el medio de cultivo.

En la primera etapa los explantes no están en contacto con el medio. En la segunda etapa se inyecta aire estéril al recipiente a través de una bomba, la cual impulsa el medio de cultivo hacia arriba, inundando el tejido por periodos cortos (1-2 minutos). La entrada de aire permite la oxigenación del medio y la renovación del aire de la parte alta. Después del periodo de inmersión, la bomba se apaga, se equilibran



las presiones y el medio baja por gravedad. Por capilaridad, una fina película de medio se adhiere a la superficie de los explantes manteniéndolos hidratados. El proceso puede repetirse varias veces al día dependiendo de la especie. En la Figura 3 se muestra el funcionamiento del biorreactor RITA.

Los biorreactores de inmersión temporal han sido usados exitosamente en la propagación de varias especies medicinales, entre ellas, *Rhododendron tomentosum*. Esta es una planta aromática considerada amenazada de extinción debido a la degradación de su hábitat y a la sobrecolecta. Las hojas de la planta sintetizan un aceite esencial que presenta propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y analgésicas (Jesionek y otros, 2017).

Para obtener suficiente biomasa se regeneraron microbrotes *in vitro* y posteriormente se transfirieron al biorreactor RITA. Después de optimizar las condiciones de cultivo en el biorreactor, se logró obtener una biomasa de 235 g por litro de medio. El análisis cromatográfico del aceite esencial mostró que el contenido de compuestos volátiles producidos en el biorreactor fue similar al de la planta madre, indicando el buen estado fisiológico y metabólico del material vegetal.

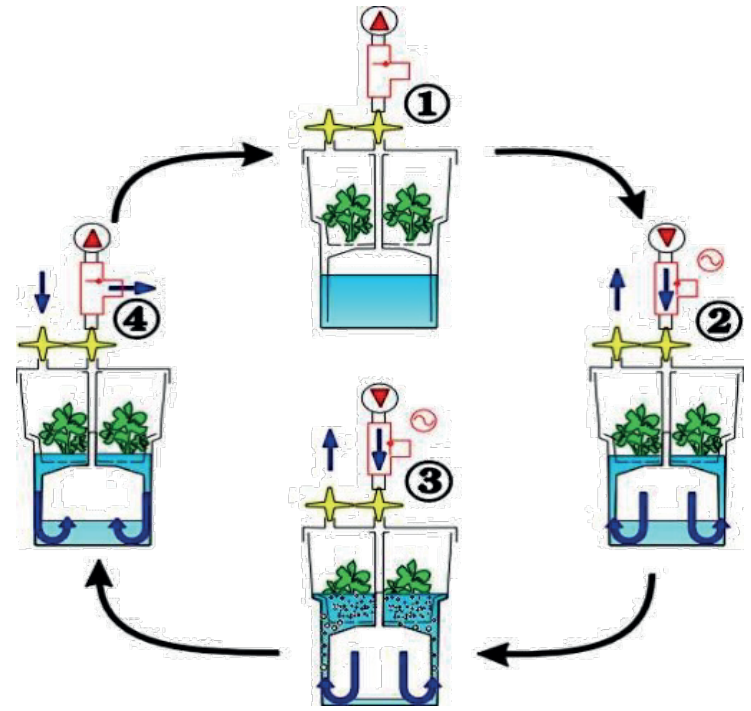


Figura 3. Funcionamiento del biorreactor RITA®. Fase 1 de reposo; fase 2, la bomba empuja el medio hacia el explante; fase 3, el medio inunda el explante; fase 4 se libera la presión de la bomba y el medio regresa a la base del biorreactor (tomado de Etienne & Berthouly, 2002).

### 4.3. Dificultades del cultivo de tejidos vegetales

Aunque el cultivo *in vitro* es una alternativa para la multiplicación de plantas, no está exenta de dificultades. Entre ellas se encuentra el riesgo siempre latente de la contaminación de los cultivos debido al alto contenido de azúcares en el medio y a que éstos no contienen antibióticos, a diferencia de los medios usados para el cultivo de células animales que

sí los contienen. La contaminación puede proceder de una incompleta desinfección del explante o deberse a una mala manipulación del material (Cassells, 2000).

Otro de los efectos negativos observados en la micropropagación es la oxidación. Este fenómeno se debe a la exudación (liberación) de compuestos fenólicos desde el explante al medio de cultivo. La oxidación de estos compuestos ennegrece el medio y los tejidos, ocasionando su necrosis (muerte del tejido) y deteniendo el crecimiento de los explantes.

Varias acciones se pueden realizar para controlar la oxidación. La más usada es la adición a los medios de antioxidantes como ácido ascórbico, ácido cítrico o polivinilpirrolidona. Los antioxidantes igualmente pueden añadirse directamente al explante antes de colocarse en el medio de cultivo. También pueden emplearse adsorbentes como el carbón activado, el cual atrapa los compuestos fenólicos liberados al medio evitando la oxidación del tejido. El recambio continuo de medio es otra opción para reducir la oxidación (Hernández & González, 2010).

La hiperhidratación de los tejidos micropropagados es otro factor que afecta el desarrollo de los cultivos *in vitro*. Este término se refiere al exceso de agua en los tejidos, lo que les proporciona un efecto vidrioso. Es un desorden fisiológico que altera la anatomía y morfología del material e impide el desarrollo de plantas funcionales (Rojas-Martínez y otros, 2010). Puede presentarse por varios factores como la elevada humedad en el interior del frasco, los altos niveles de los

reguladores de crecimiento (particularmente citocininas), la acumulación de gases (etileno) en el interior de los frascos y la intensidad de luz.

Para reducir la hiperhidratación puede incrementarse la concentración de gelificante a fin de reducir el contenido de agua libre del medio. El uso de agar en lugar del gelificante Gelrite igualmente promueve la obtención de material más compacto. Otras opciones son la adición de agentes osmóticos como el polietilenglicol que reduce el potencial hídrico del medio; aumento de la ventilación de los frascos al usar tapas con tapón de algodón para permitir mayor entrada de aire; reducción en la concentración de citocininas (Rojas-Martínez y otros, 2010).

La recalcitrancia, definida en este caso como la dificultad de las especies para responder a los estímulos del cultivo, es otra limitante para la propagación *in vitro*. Las plantas silvestres, como es el caso de muchas especies medicinales, suelen ser más recalcitrantes que las cultivadas y, por lo tanto, no responden fácilmente al cultivo *in vitro*. En algunas ocasiones se puede recurrir al uso de suplementos orgánicos, además de o en lugar de, los reguladores de crecimiento convencionales.

Sin embargo, al adicionar estos suplementos, el medio de cultivo ya no es definido, puesto que no se conoce con exactitud su composición. Por ejemplo, el agua de coco es un suplemento que proporciona citocininas, como zeatina, pero igualmente contiene factores de crecimiento y azúcares.

Los hidrolizados de caseína o peptona proporcionan una fuente de nitrógeno orgánico en forma de aminoácidos. Los extractos de plátano contienen carbohidratos complejos, y los jugos de frutas o vegetales aportan vitaminas adicionales (Pérez-Molphe Balch y otros, 1999).

#### 4.4. Variación somaclonal

Uno de los fenómenos que se observa en el cultivo *in vitro* es la variación somaclonal, debida a cambios genéticos y epigenéticos. Los primeros corresponden a cambios en el genoma y son estables y heredables; los cambios epigenéticos están relacionados con la regulación de la expresión genética (Larkin & Scrowcroft, 1981).

La variación somaclonal es un evento al azar y no se puede predecir o controlar. Este fenómeno es de interés comercial debido a su uso potencial para generar plantas mejoradas, y/o incrementar la variación genética de las especies (Bairu y otros, 2011). A nivel de células diferenciadas se han obtenido, por ejemplo: *a)* callos de *Catharantus roseus* de lento crecimiento, productores de alcaloides y callos de rápido crecimiento que no sintetizan estos compuestos; *b)* callos de petunia resistentes a antibióticos; *c)* callos de maíz que producen una mayor cantidad pigmentos del tipo de las antocianinas.

En el caso de plantas completas se han generado cultivares de arroz con diferente calidad de grano, altura de la planta, peso de la semilla y mayor resistencia a enfermedades. Igualmente, se han obtenido plantas de papa, resistentes al hongo

*Phytophthora infestans* o con diferente contenido de proteínas. En algunos casos, la variación somaclonal también puede tener efectos negativos, y generar plantas estériles, albinas o enanas (Santos Díaz y Ochoa Alejo, 1992).

Por otro lado, cuando se pretende mantener las propiedades de una planta por sus características o propiedades farmacológicas, o cuando se requiere la generación de clones idénticos, la presencia de variación somaclonal es indeseable. En este caso, los clones de interés pueden congelarse (criopreservación) a fin de mantener siempre una reserva del material deseado (Niino & Arizaga, 2015).

#### 4.5. Obtención de metabolitos de células no diferenciadas y órganos

Los metabolitos de plantas medicinales también pueden obtenerse de cultivos no diferenciados como los callos y suspensiones, o bien de órganos como las raíces (Rout y otros, 2009). Las suspensiones se generan al transferir callos friables (disgregables) a medio líquido y con agitación constante para disgregar las células. Después de tres a cuatro subcultivos se obtienen suspensiones más o menos homogéneas. La ventaja de usar suspensiones en lugar de callos es que sus velocidades de crecimiento son mayores debido a que todas las células están en contacto directo con el medio. Utilizando callos y suspensiones celulares se ha obtenido una gran variedad de compuestos como alcaloides, antraquinonas, esteroides, terpenos y saponinas, por mencionar algunos (Hussain, 2012).

La concentración de los metabolitos en los cultivos celulares puede incrementarse al modificar los componentes del medio o induciendo un estrés biótico (daño causado por otros organismos vivos como bacterias, virus, hongos, parásitos, insectos beneficiosos y dañinos) o abiótico (causado por cambios o condiciones ambientales extremas, como sequía, cambios de temperatura, heladas, viento, granizo, exceso de agua, alta salinidad, etc.) (Olivoto y otros, 2017).

Una vez optimizadas las condiciones del cultivo se puede lograr que la producción de los metabolitos sea superior al de la planta. Tal es el caso de cultivos en suspensión de *Catharanthus roseus* donde se logró triplicar la producción de ajmalicina (alcaloide con actividad antihipertensiva); en *Morinda citrifolia* el contenido de antraquinonas aumentó nueve veces y en *Coptis japonica* la síntesis de berberina (alcaloide con diversas actividades biológicas como antifúngico, antibiótico, entre otras) se sextuplicó, en relación con la planta (Smetanska, 2008).

La producción de los metabolitos a partir de cultivos celulares puede escalarse a nivel de biorreactor para obtener grandes volúmenes de biomasa o de metabolitos. Algunos ejemplos exitosos corresponden a la producción de pigmentos para la industria cosmética como la chiconina y purpurina, y de compuestos con valor medicinal como berberina, sanguinarina, gingenósidos y taxol. El taxol es un potente anticancerígeno usado en el tratamiento del cáncer de ovario y de mama. Fue producido por la Compañía Phyton en Alemania, utilizando tanques de 70000 litros (Cragg y otros, 1993).

Por otro lado, el cultivo de raíces es particularmente útil cuando el principio activo se encuentra en ese tejido, ya que la colecta de las raíces de la planta involucra invariablemente su destrucción (Sing y otros, 2018). Pueden generar dos clases de raíces en cultivo: *a)* las normales, que usualmente se mantienen en medios líquidos con auxinas y *b)* las transformadas genéticamente con la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, que no requieren la aplicación exógena de auxinas y que presentan un crecimiento más rápido y la formación de raíces peludas (Shi y otros, 2021). La figura 4 muestra el aspecto de un cultivo de raíces normales y uno de raíces transformadas.



Figura 4. Aspecto de raíces de plantas de tule normales (izquierda) y transformadas genéticamente con *Agrobacterium rhizogens* (derecha).

Algunos de los metabolitos obtenidos por cultivos de raíces *in vitro* incluyen ajmalicina (antihipertensivo), artemisina (contra la malaria), canfortericina (anticancerígeno), betalaínas (antioxidante), glucósidos (analgésicos), rutina (antifúngico), escopolamina (anticolinérgico) y gingenósidos (Georgiev y otros, 2007).



La obtención de ginsenósidos de raíces de *Panax ginseng* se ha logrado escalar a nivel de biorreactores con una capacidad de 10000 litros. La figura 5 muestra el aspecto de estos biorreactores.



Figura 5. Cultivo de raíces de *Panax ginseng* en biorreactores de 10,000 litros (tomado de Murthy y otros, 2014).

## Conclusión

El cultivo de tejidos representa una metodología muy prometedora para la obtención de metabolitos de plantas con valor medicinal y/o nutracéutico. En el caso de las plantas medicinales, que mayormente son silvestres, constituye tal vez la mejor opción para su explotación sustentable. Las mayores restricciones para escalar la obtención de

compuestos bioactivos a nivel industrial se deben principalmente a la compleja bioquímica y fisiología de las plantas y al desconocimiento de las rutas metabólicas completas, más que a limitantes metodológicas o técnicas. Aunque todavía existen muchos retos en la obtención comercial de metabolitos, es indudable que las técnicas biotecnológicas aportarán soluciones viables y, sobre todo, amigables con el medio ambiente para lograr este fin.

## Referencias bibliográficas

- Bairu, M. W., Aremu, A. O. & Van Staden, J. (2011). Somaclonal variation in plants: causes and detection methods. *Plant Growth Regulation*, 63(2), pp. 147-173.
- Cassells, A. C. (2000). Contamination and its impact in tissue culture. IV *International Symposium on In vitro Culture and Horticultural Breeding*, 560, pp. 353-359.
- Cragg, G. M., Boyd, M. R., Cardellina, J. H., Grever, M., Schepartz, S., Snadar, K. & Suffness, M. (1993). The search for new pharmaceutical crops: drug discovery and development at the National Cancer Institute. *New Crops*, pp. 161-167.
- Dodds, J. H. & Roberts, L. W. (1985). *Experiments in plant tissue culture*. International Potato Center.
- Etienne, H. & Berthouly, M. (2002). Temporary immersion systems in plant micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 69(3), pp. 215-231.
- George, E. F., Hall, M. A. & de Klerk, G. J. (2008). The components of plant tissue culture media I: macro-and micro-nutrients. In: *Plant propagation by tissue culture* (pp. 65-113). Springer, Dordrecht.



- Georgiev, M. I., Pavlov, A. I. & Bley, T. (2007). Hairy root type plant *in vitro* systems as sources of bioactive substances. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 74, pp. 1175-1185.
- Hernández, Y. & González, M. E. (2010). Efectos de la contaminación microbiana y oxidación fenólica en el establecimiento *in vitro* de frutales perennes. *Cultivos Tropicales*, 31(4), pp. 00-00.
- Howes, M. J. R., Quave, C. L., Collemare, J., Tatsis, E. C., Twilley, D., Lulekal, E. & Nic Lughadha, E. (2020). Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. *Plants, People, Planet*, 2(5), pp. 463-481.
- Hussain, M. (2012). Current approaches toward production of secondary plant metabolites. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4, pp. 10-20.
- Izar Ramírez, M. A. (2019) Propagación del orégano *Poliomintha longiflora* Gray a través de cultivo de tejidos vegetales [tesis de licenciatura]. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Jesionek, A., Kokotkiewicz, A., Wlodarska, P., Zabiegala, B., Bucinski, A. & Luczkiewicz, M. (2017). Bioreactor shoot cultures of *Rhododendron tomentosum* (Ledum palustre) for a large-scale production of bioactive volatile compounds. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 131(1), pp. 51-64.
- Larkin, P. & Scowcroft, W. (1981). Somaclonal variation a novel source of variability from cell cultures for plant improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 60(4), pp. 197-21.
- Loyola-Vargas, V. M. & Ochoa-Alejo, N. (2016). Somatic embryogenesis. An overview. *Somatic embryogenesis: fundamental aspects and applications*, pp. 1-8.
- Muñoz-Concha, D., Vogel, H., Razmilic, I. (2004). Variación de compuestos químicos en hojas de poblaciones de *Drimys* spp. (Magnoliophyta: Winteracea) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, pp. 43-50.
- Murthy, H. N., Dandin, V. S., Zhong, J. J. & Paek, K. Y. (2014). Strategies for enhanced production of plant secondary metabolites from cell and organ cultures. In: *Production of biomass and bioactive compounds using bioreactor technology* (pp. 471-508). Springer, Dordrecht.
- Niino, T. & Arizaga, M. V. (2015). Cryopreservation for preservation of potato genetic resources. *Breeding Science*, 65(1), pp. 41-52.
- Olivoto, T., Nardino, M., Carvalho, I. R., Follmann, D. N., Szareski, V. I. J., Ferrari, M. & de Souza, V. Q. O. (2017). Plant secondary metabolites and its dynamical systems of induction in response to environmental factors: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 12(2), pp. 71-84.
- Pérez-Molphe Balch, E. M., Ramírez-Malagón, R., Núñez-Palenius, H. G. y Ochoa-Alejo, N. (1999). *Introducción al Cultivo de Tejidos Vegetales* (1.ª ed). Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Rojas, G., Eduardo Aranda, E., Navarro, V., Zamilpa, A. & Tortoriello, J. (2005). *In vitro* propagation of *Galphimia glauca* and content of the sedative compound galphimine-b in wild and micropropagated plants. *Planta Médica*, 71(11), pp. 1076-1078.

- Rojas-Martínez, L., Visser, R. G. & de Klerk, G. J. (2010). The hyperhydricity syndrome: waterlogging of plant tissues as a major cause. *Propagation of Ornamental Plants*, 10(4), pp. 169-175.
- Rout, S. P., Choudary, K. A., Kar, D. M., Lopamudra, D. & Jain, A. (2009). Plants in traditional medicinal system-future source of new drugs. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 1(1), pp. 1-23.
- Santos Díaz, M. S. y Ochoa Alejo, N. (1992). Cultivo de tejidos vegetales y variación Somaclonal. *Tecnología y Ciencias Agropecuarias*, 1, pp. 1-13.
- Shi, M., Liao, P., Nile, S. H., Georgiev, M. I. & Kai, G. (2021). Biotechnological exploration of transformed root culture for value-added products. *Trends in Biotechnology*, 39(2), pp. 137-149.
- Singh, R. S., Chattopadhyay, T., Thakur, D., Kumar, N., Kumar, T., & Singh, P. K. (2018). Hairy root culture for *in vitro* production of secondary metabolites: a promising biotechnological approach. In: *Biotechnological Approaches for Medicinal and Aromatic Plants* (pp. 235-250). Springer.
- Smetanska, I. (2008). Production of secondary metabolites using plant cell cultures. *Advances in Biochemistry Engineering and Biotechnology*, 111, pp. 187-228.
- Twaij, B. M., Jazar, Z. H. & Hasan, M. N. (2020). Trends in the use of tissue culture, applications and future aspects. *International Journal of Plant Biology*, 11(1).





---

### Azucena o lirio

*Lilium spp.*

Es relajante del sistema nervioso y ayuda al sistema digestivo.

Los pétalos mezclados con aceite de almendras o de oliva se utiliza para clamar dolores de oído y sanar pezones agrietados.

# CAPÍTULO 5

---

## Investigaciones de productos naturales en la UASLP

---

Candy Carranza Álvarez  
Luis Jesús Castillo Pérez  
Erika G. Escobedo-Avellaneda  
Elisa Leyva Ramos  
Silvia E. Loredó-Carrillo  
María del Carmen González Castillo  
Aída Jimena Velarde Salcedo  
Gabriela Navarro Tovar  
María del Socorro C. Santos Díaz

México es un país en el cual más del 80% de la población utiliza la medicina tradicional, aunque si bien es cierto, el uso de estos remedios herbales sucede con mayor frecuencia en los pueblos y comunidades indígenas del país (Castillo-Pérez y otros, 2021). En el caso de San Luis Potosí, la asistencia con los médicos tradicionales no es la excepción. En diversos municipios del estado esta práctica es muy frecuente, por ello, la universidad estatal ha enfocado esfuerzos en conservar y estudiar las plantas medicinales que se distribuyen en el territorio potosino (Pineda-Herrera y otros, 2020).

Las primeras investigaciones que se han realizado en la Huasteca Potosina han consistido en estudios cualitativos sobre el uso de la flora medicinal. Sin embargo, estos informes no incluyeron herramientas cuantitativas. En un estudio etnobotánico realizado por Alonso-Castro y colaboradores (2012) en el municipio de Aquismón, SLP, se encontraron un total de 73 especies de plantas con fines medicinales, pertenecientes a 37 familias, las cuales se mencionaron que se utilizan para tratar 52 enfermedades. Este estudio demostró que las especies vegetales juegan un papel importante en las prácticas de curación y rituales mágico-religiosos entre los habitantes de la Huasteca potosina. Sin embargo, aún es necesario conocer el uso de mezclas de flora medicinal para tratar diversas enfermedades, y la riqueza biológica en otras partes de esa región para la validación experimental de sus usos medicinales.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí ha realizado diferentes investigaciones sobre productos naturales. A

continuación, en la tabla 1 se mencionan algunos trabajos de investigación que han aportado a este tema del conocimiento, así como la entidad académica o facultad en donde se llevó a cabo:

**Tabla 1. Investigaciones sobre plantas realizadas en la UASLP**

Planta estudiada	Objetivo del estudio	Facultad o entidad académica de la UASLP	Referencia
<i>Larrea tridentata</i> , <i>Chrysactinia mexicana</i> y <i>Citrus aurantiifolia</i>	Valorar la actividad antimicótica <i>in vitro</i> contra dermatofitos	FEN	Zavalza-Stiker, 2001
<i>Acalypha hederacea</i> , <i>Cucurbita foetidissima</i> , <i>Gaura coccinea</i> y <i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Evaluar la actividad antibacterial y determinar la concentración mínima bactericida	FCQ	Macías-Sánchez, 2001
<i>Chrysactinia mexicana</i> , <i>Flourensia cernua</i> , y <i>Parthenium incanum</i>	Evaluar la actividad amebicida y antibacterial	FCQ	Pérez-González, 2002
<i>Casimiroa pringlei</i>	Examinar el efecto ansiolítico y sedante en ratas macho	FM	Landaverde-Hernández, 2005
<i>Chrysactinia mexicana gray</i>	Estudiar la composición química y el efecto antifúngico	FCQ y IIZD	Cárdenas-Ortega y otros, 2005
<i>Calea urticifolia</i> y <i>Hamelia patens</i>	Identificar las propiedades antiinflamatorias	PMPCA	Guzmán-Guzmán, 2010
<i>Opuntia joconostle</i>	Estudiar el efecto antidiabético <i>in vivo</i>	IIZD	Cassiana Paiz y otros, 2010

<i>Calea urticifolia</i>	Evaluar el efecto del extracto etanólico sobre la resistencia a la insulina	PMPCA	Ortiz-Segura, 2011
<i>Ocimum basilicum, Chenopodium ambrosioides, Matricaria chamomila, Artemisia mexicana, Tagetes erecta y otras</i>	Cultivar y conservar plantas medicinales y aromáticas	FAV	Lagunas-Sánchez, 2012
<i>Salvia ballotiflora</i>	Estudiar la composición y actividad insecticida	FCQ	Cárdenas-Ortega y otros, 2015
<i>Heliopsis longipes</i>	Evaluar la eficacia <i>in vitro</i> de la planta como espermicida	CIACYT	Martínez-Loredo y otros, 2016
<i>Calea urticifolia</i>	Evaluar efecto antiinflamatorio y antioxidante	PMPCA, IIZD	Torres-Rodríguez y otros, 2016a
<i>Calea urticifolia</i>	Evaluar la toxicidad <i>in vivo</i>	PMPCA, IIZD, FI y CIACYT	Torres-Rodríguez y otros, 2016b
<i>Agave salmiana</i>	Estudiar su uso como prebiótico	FCQ e IIZD	Martínez-Gutiérrez y otros, 2017
<i>Struthanthus quercicola</i>	Estudiar la actividad antioxidante e inhibitoria de las enzimas $\alpha$ -glucosidasas	FCQ, IIZD y CARHS	Arjona Ruiz, 2017
<i>Bidens odorata y Acacia farnesiana</i>	Estudiar la actividad antioxidante e inhibitoria de las enzimas $\alpha$ -glucosidasas	FCQ, IIZD y CARHS	García Nava, 2018
<i>Salvia tiliifolia</i>	Estudiar el efecto antiinflamatorio y antinociceptivo	FCQ	González-Chávez y otros, 2018
<i>Struthanthus quercicola</i>	Evaluar el efecto antiproliferativo y apoptótico	FEN, FCQ y CARHS	Alcántara-Quintana y otros, 2022

En el caso particular de la Huasteca potosina, la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca (FEPZH) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) también ha realizado diversos aportes, sobre todo, los laboratorios pertenecientes a la Licenciatura en Bioquímica. En el caso del Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales, una de las líneas de investigación de la doctora Candy Carranza Álvarez es el estudio de fitoquímicos presentes en orquídeas y otras plantas con distribución en la Huasteca potosina. Este laboratorio ha creado una sinergia con el Laboratorio de Farmacia de la Universidad de Guanajuato, a cargo del doctor Ángel Josabad Alonso Castro, quien se encarga de realizar las pruebas farmacológicas de los extractos producidos en la FEPZH-UASLP.

Hasta el momento algunas de las plantas que se han investigado son: *Justicia spicigera*, *Hamelia patens*, *Dioon edule*, *Laelia anceps* subsp. *anceps*, *Bidens pilosa*, *Cyrtopodium macrobulbon*, *Thevetia ahouai*, *Vanilla planifolia* y *Catasetum integerrimum*. Respecto a ello, dentro de los resultados obtenidos en estos estudios se ha observado, por ejemplo, que el extracto etanólico de *J. spicigera* a concentraciones de 50, 100 y 200

FEN: Facultad de Enfermería y Nutrición

FCQ: Facultad de Ciencias Químicas

FM: Facultad de Medicina

PMPCA: Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales

FAV: Facultad de Agronomía y Veterinaria

CIACYT: Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología

IIZD: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas

FI: Facultad de Ingeniería

CARHS: Coordinación Académica Región Huasteca Sur



mg/kg, han producido efectos antinociceptivos (bloquear la detección de un estímulo doloroso) en ratones sin sedación inducida (Zapata-Morales y otros, 2016); así mismo se ha reportado que el extracto de *H. patens* (100 y 200 mg/kg) ha mostrado efectos antinociceptivos *in vivo* con una actividad similar a los 100 mg/kg de naproxeno (Alonso-Castro y otros, 2015).

Entre otros resultados, también se ha observado que el extracto etanólico de *B. pilosa* ha presentado actividad moderada antiinflamatoria empleando ratones (cepa Balb-c) como unidad experimental (Infante-Barrios y otros, 2018) y de manera más reciente, en investigaciones aún en curso, se determinará las propiedades de *V. planifolia* en efectos de analgesia y depresión.

En la actualidad, los esfuerzos del Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales de la FEPZH-UASLP están enfocados en utilizar plantas producidas a través de biotecnología vegetal, con el propósito de utilizar los compuestos bioactivos que ejercen algún efecto terapéutico y al mismo tiempo conservar las poblaciones silvestres de estas especies.

## Referencias bibliográficas

Alcántara-Quintana, L. E., Arjona-Ruiz, C., de Loera, D., Gamboa-León, R. & Terán-Figueroa, Y. (2022). *In vitro* inhibitory and proliferative cellular effects of different extracts of *Struthanthus quercicola*: A preliminary study.

*Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, article 9679739. DOI:10.1155/2022/9679739

Alonso-Castro, A. J., Maldonado-Miranda, J. J., Zárate-Martínez, A., Jacobo-Salcedo, M. D., Fernández-Galicia, C., Figueroa-Zúñiga, L. A., Ríos-Reyes, N. A., de León-Rubio, M. A., Medellín-Castillo, N. A., Reyes-Munguía, A., Méndez-Martínez, R. & Carranza-Álvarez, C. (2012). Medicinal plants used in the Huasteca potosina, México. *Journal of Ethnopharmacology*, 143(1), pp. 292-298.

Alonso-Castro, A. J., Balleza-Ramos, S., Hernández-Morales, A., Zapata-Morales, J. R., González-Chávez, M. M., & Carranza-Álvarez, C. (2015). Toxicity and antinociceptive effects of *Hamelia patens*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25, pp. 170-176.

Arjona Ruiz, C. (2017). *Estudio fitoquímico y determinación de la actividad antioxidante e inhibitoria de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa in vitro de extractos orgánicos y acuosos de Struthanthus quercicola* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Cárdenas-Ortega, N. C., Zavala-Sánchez, M. A., Aguirre-Rivera, J. R., Pérez-González, C. & Pérez-Gutiérrez, S. (2005). Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* gray. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(11), pp. 4347-4349.

Cárdenas-Ortega, N. C., González-Chávez, M. M., Figueroa-Brito, R., Flores-Macías, A., Romo-Asunción, D., Martínez-González, D. E., Pérez-Moreno, V. & Ramos-López, M. A. (2015). Composition of the essential oil of *Salvia ballotiflora* (Lamiaceae) and its insecticidal activity. *Molecules*, 20(5), pp. 8048-8059.

- Cassiana Paiz, R., Juárez-Flores, B. I., Aguirre Rivera, J. R.; Cárdenas Ortega, N. C., Reyes Agüero, J. A., García Chávez, E. & Álvarez Fuentes, G. (2010) Glucose-lowering effect of xoconostle (*Opuntia joconostle* A. Web., Cactaceae) in diabetic rats. *Journal Of Medicinal Plants Research*, 4(22), pp. 2326-2333.
- Castillo-Pérez, L. J., Alonso-Castro, A. J., Fortanelli-Martínez, J. & Carranza-Álvarez, C. (2021). Biotechnological approaches for conservation of medicinal plants. In: Bhat, R. A., Hakeem, K. R. & Dervash, M. A. (Eds.), *Phytomedicine* (pp. 35-58). Academic Press.
- García Nava, X. (2018). *Estudio de actividad antioxidante e inhibitoria de las enzimas  $\alpha$ -glucosidasas de extractos de Bidens odorata CAV y Acacia farnesiana* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- González-Chávez, M. M., Alonso-Castro, A. J., Zapata-Morales, J. R., Arana-Argaez, V., Torres-Romero, J. C., Medina-Rivera, Y. E., Sánchez-Mendoza, E. & Pérez-Gutiérrez, S. (2018). Anti-inflammatory and antinociceptive effects of tilifodiolide, isolated from *Salvia tiliifolia* Vahl (Lamiaceae). *Drug Development Research*, 79(4), pp. 165-172.
- Guzmán-Guzmán, P. (2010). *Exploración, aprovechamiento y validación experimental de plantas con efecto antiinflamatorio de la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Infante-Barrios, Y. P., Carranza-Álvarez, C. & Alonso-Castro, A. (2018). *Estudio de potencial genotóxico y efecto antiinflamatorio del extracto etanólico de Bidens pilosa L.* [tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Lagunas-Sánchez, R. (2012). *Las plantas medicinales y aromáticas del huerto biointensivo [trabajo recepcional de licenciatura]*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Landaverde-Hernández, N. A. (2005). *Estandarización de un método para evaluar el efecto ansiolítico de Casimiroa pringlei en un modelo animal* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Macías-Sánchez, K. L. (2001). *Valoración preliminar de la actividad antibacterial de cinco plantas utilizadas en la desinfección de heridas* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Martínez-Gutiérrez, F., Ratering, S., Juárez-Flores, B., Godínez-Hernández, C., Geissler-Plaum, R., Prell, F., Zorn, H., Czermak, P. & Schnell, S. (2017). Potential use of *Agave salmiana* as a prebiotic that stimulates the growth of probiotic bacteria. *LWT-Food Science and Technology*, 84, pp. 151-159.
- Martínez-Loredo, E., Izquierdo-Vega, J. A., Cariño-Cortés, R., Cilia-López, V. G., Madrigal-Santillán, E. O., Zúñiga-Pérez, C., Valadez-Vega, C., Moreno, E. & Sánchez-Gutiérrez, M. (2016). Effects of *Heliopsis longipes* ethanolic extract on mouse spermatozoa *in vitro*. *Pharmaceutical Biology*, 54(2), pp. 266-271.
- Ortiz-Segura, M. C. (2011). *Evaluación del extracto etanólico de calea urticifolia (Mill.) DC. sobre la regulación de la secreción de adipocinas asociadas a la resistencia a la insulina* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Pérez-González, J. M. (2002) Actividad amebicida y antibacterial de cinco especies de la familia Asteraceae [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Pineda-Herrera, E., Douterlungne, D., Beltrán-Rodríguez, L., Suárez-Islas, A., Saynes-Vázquez, A. y Guzmán-Chávez, M. (2020). Reconocimiento y usos tradicionales de plantas en una comunidad indígena migrante de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences*, 98(1), pp. 145-158.
- Torres-Rodríguez, L.; García-Chávez, E., Berhow, M., de Mejia, E. G. (2016a). Anti-inflammatory and anti-oxidant effect of *Calea urticifolia* lyophilized aqueous extract on lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, 188, pp. 266-274.
- Torres-Rodríguez, M. L., García-Chávez, E., Soto-Peña, G. A., Aradillas-García, C. & Cubillas-Tejeda, A. C. (2016b) Evaluation of the sharp toxicity *in vivo* of ethanolic and aqueous extract of *Calea urticifolia*. *Botanical Sciences*, 94(1), pp. 133-140.
- Zapata-Morales, J. R., Alonso-Castro, A. J., Domínguez, F., Carranza-Álvarez, C., Castellanos, L. M. O., Martínez-Medina, R. M. & Pérez-Urizar, J. (2016). Antinociceptive activity of an ethanol extract of *Justicia spicigera*. *Drug Development Research*, 77(4), pp. 180-186.
- Zavalza-Stiker, A. (2001) *Actividad de plantas medicinales contra dermatofitos y su uso alternativo en dermatofitosis de tratamiento tópico* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

## 5.1. *Pyrostegia venusta* investigación

Erika G. Escobedo-Avellaneda  
 Elisa Leyva Ramos  
 Silvia E. Loredó-Carrillo

La *Pyrostegia venusta* es una enredadera de hoja perenne. Es una planta endémica de Sudamérica y se puede encontrar en Brasil, Paraguay, Argentina y Bolivia, también crece en algunas regiones de México. Su nombre viene del griego *Pyro* cuyo significado es 'llama roja, flor naranja', *Steg* que quiere decir 'cubriendo' y *venusta*, 'agradable'.

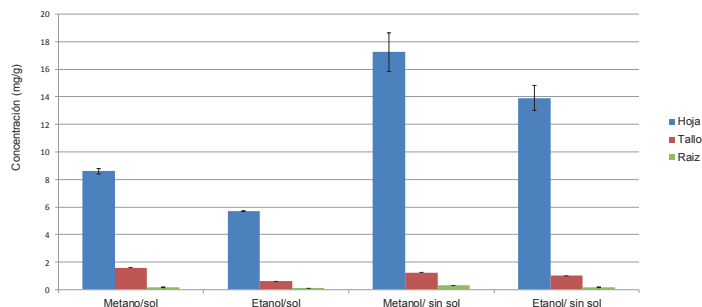
Es una fuente natural de fitoquímicos, así, en los extractos de flores y raíces se han encontrado metabolitos secundarios como terpenoides, alcaloides, taninos, esteroides, saponinas, entre otros (Mostafa y otros, 2013). Todos estos compuestos tienen efectos benéficos y terapéuticos en el ser humano. Los brasileños usan las partes aéreas de la planta como infusión que se administra por vía oral para el tratamiento de vitíligo (leucoderma), de la diarrea, y enfermedades comunes del sistema respiratorio como la tos e infecciones como la gripe, bronquitis y resfriado (Crispim y otros, 2015).

En trabajos realizados en el grupo de investigación se encontró la presencia de flavonoides y fitoesteroides en hoja, tallo, raíz y callos (Navarro-Tovar 2009; Loredó-Carrillo y otros, 2013).

### 5.1.1. Cuantificación de flavonoides totales en *P. venusta*.

El grupo de investigación de la doctora Elisa Leyva tiene varios años trabajando con la planta *Pyrostegia venusta*. En 2015, el grupo de investigación determinó la concentración de flavonoides totales en raíz, tallo y hoja con plantas expuestas al sol y sin sol. Los resultados se muestran en la gráfica 1 (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018).

Flavonoides totales en la biomasa obtenida por la técnica tradicional



Gráfica 1. Concentración de flavonoides totales a sol y sin sol.

Fuente: Escobedo-Avellaneda y otros, 2018

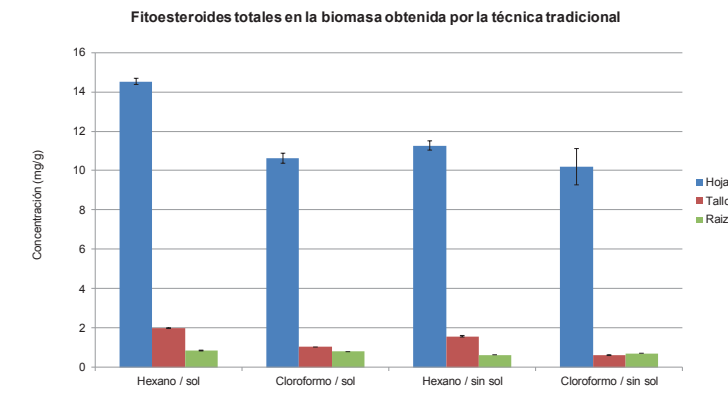
Puede observarse que la mayor cantidad de flavonoides totales está concentrada en las hojas de la planta, seguido por el tallo y una pequeña concentración en raíz, y que la concentración es mayor en los especímenes crecidos bajo la sombra.

Es lógico que la mayor concentración de estos componentes se encuentre en las hojas, debido a que la función de los flavonoides es proteger de la radiación ultravioleta.

La razón por la que los especímenes crecidos bajo la sombra presentan mayor cantidad de flavonoides se debe a que la síntesis de metabolitos secundarios en las plantas puede ser influenciada por las condiciones ambientales y situaciones de estrés, por lo que, al estar las plantas sin sol, se encuentran en una condición no natural para la planta, propiciando mayor síntesis de estos metabolitos (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018).

### 5.1.2. Cuantificación de fitoesteroides totales en *P. venusta*

La gráfica 2 muestra el contenido de fitoesteroides totales encontrados. Los resultados mostraron que en este caso no se tiene una diferencia significativa, ya que si la planta crece bajo la luz del sol o a la sombra, el nivel de fitoesteroides se mantiene, por lo que el estrés no parece afectar la concentración de estos compuestos (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018).



Gráfica 2. Contenido total de fitoesteroides en *P. venusta*.

Fuente: Escobedo-Avellaneda y otros, 2018

### 5.1.3. Identificación de isoflavonas en *Pyrostegia venusta*

En este trabajo se logró la identificación a través de técnicas cromatográficas de algunas isoflavonas presentes en *Pyrostegia venusta* (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018). En hoja se encontraron genisteína, formononetina y biochanin A. En el tallo, genisteína y formononetina, y en raíz solamente se detectó la presencia de formononetina estos análisis se hicieron en plantas expuestas a la luz solar (figura 1, tabla 1).

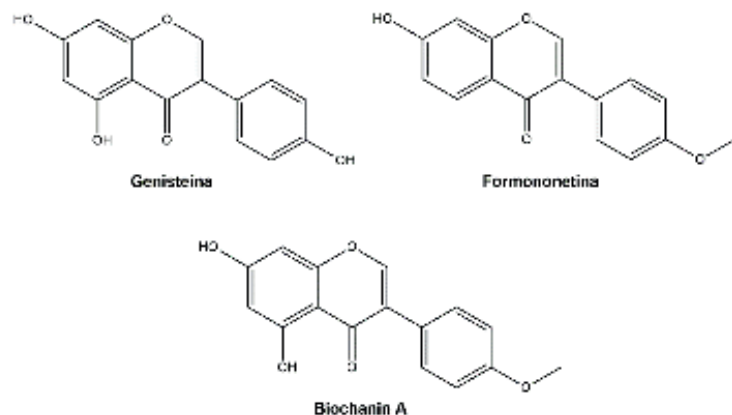


Figura 1. Isoflavonas encontradas en hoja, tallo y raíz de *P. venusta*

La mayor concentración de isoflavonas estuvo presente en las hojas, siendo mayoritaria la formononetina (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018). Al comparar las plantas expuestas al sol y mantenidas en sombra se observa que las expuestas al sol tuvieron una cantidad mayor de isoflavonas, excepto en el caso de la genisteína que fue un poco mayor la concentración encontrada en hoja de las plantas expuestas a la sombra (tabla 1). Lo que sugiere que la síntesis de Iso-

flavonas se ve favorecida cuando la planta recibió mayor luminosidad. Por la concentración presente de isoflavonas, *Pyrostegia venusta* pudiera ser incluida entre las fuentes ricas de isoflavonas recomendadas para el consumo humano (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018).

**Tabla 1. Contenido de las Isoflavonas identificadas en *Pyrostegia venusta***

	Genisteína (mg/g)		Formononetina (mg/g)		Biochanin A (mg/g)		Isoflavonas totales (mg/g)	
	Sol	sin Sol	Sol	sin Sol	Sol	sin Sol	Sol	sin Sol
Hoja	0.21	0.33	2.62	1.75	0.919	ND	3.75	2.091
Tallo	0.054	0.051	0.74	0.70	ND	ND	0.79	0.76
Raíz	ND	ND	0.035	0.028	ND	ND	0.03	0.028

ND: No detectado

Fuente: Escobedo-Avellaneda y otros, 2018

Con base en los resultados obtenidos, es posible indicar, que particularmente la biosíntesis de Biochanin A, puede estar restringida a la cantidad de luz solar que la planta recibe, ya que esta isoflavona se identificó exclusivamente en biomasa de hoja de las plantas crecidas bajo la luz solar, y su biosíntesis en *Pyrostegia venusta* está relacionada directamente con

la ausencia o presencia de luz solar ya que no se detectó en las plantas resguardadas de la luz.

#### 5.1.4. Identificación de Isoflavonas en la infusión de *Pyrostegia venusta*

Puesto que uno de los usos de la *Pyrostegia venusta* son las infusiones para tratar algunas enfermedades. Se cuantificaron las isoflavonas a partir de preparación de la infusión. Para esto se trabajó con tejido liofilizado (deshidratado mediante un proceso de deshidrocongelación) en polvo para preparar el té. Esta preparación fue diluida y posteriormente analizada para determinar la presencia de isoflavonas.

A diferencia del extracto orgánico de la planta, en la infusión (té) no fue detectada la formononetina, pero se identificó la presencia de daidzeina (figura 2). Se puede asumir que la formononetina no pudo ser detectada en el té debido posiblemente a su asociación con otro tipo de moléculas, que posiblemente le resten polaridad, lo que hace difícil su detección en agua (Escobedo-Avellaneda y otros, 2018).

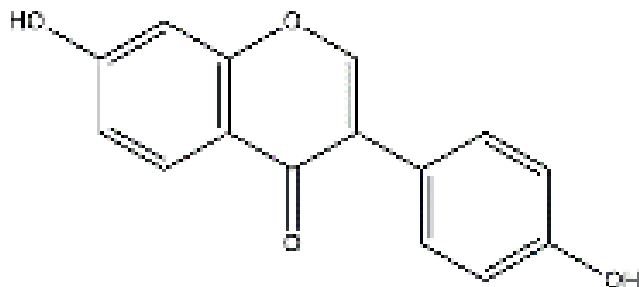


Figura 2. Estructura química de la daidzeina.

De igual manera en la hoja fue donde se halló la mayor cantidad de isoflavonas, siendo mayoritario el biochanin A. Por otro lado, en el tallo se encontraron daidzeina y genisteína, y en raíz solamente la daidzeina (tabla 2).

Tabla 2. Isoflavonas identificadas en té de *Pyrostegia venusta*.

	Daidzeina	Genisteína	Formononetina	Biochanin A
Hoja	✓	✓	ND	✓
Tallo	✓	✓	ND	ND
Raíz	✓	ND	ND	ND

ND: No detectado

Fuente: Escobedo-Avellaneda y otros, 2018

## Conclusiones

En este trabajo de investigación fue determinado el contenido de flavonoides totales en *Pyrostegia venusta*. Siendo las hojas de la planta donde se encuentra la mayor concentración (17.25 mg/g), seguida de tallo (1.25 mg/g) y raíz (0.31 mg/g).

Se tuvo un efecto significativo de la radiación solar sobre el contenido de flavonoides totales, mostrando un aumento de la concentración en comparación con las plantas resguardadas de la luz.



También fue determinado y cuantificado un tipo especial de flavonoides, las isoflavonas. Se identificaron Genisteína, Formononetina, Biochanin A y Daidzeina. En las infusiones sí se encontraron isoflavonas y de igual manera se tuvo una mayor concentración en hoja (1.12 mg/g), seguido por tallo (0.262 mg/g) y finalmente raíz, en donde se encontró la menor cantidad (0.029 mg/g).

Para los fitoesteroles también se encontró una mayor concentración en hoja (17.12 mg/g), seguido por tallo (2.26 mg/g) y finalmente en raíz (0.88 mg/g). Y la luz solar tiene un efecto significativo en las plantas, ya que en las hojas expuestas al sol se encontraron 17.12 mg/g y en hojas de plantas resguardadas del sol, 13.89 mg/g.

## Referencias bibliográficas

- Crispim, J. G., Monteiro, M., do Rêgo, E. R., Dos Santos Pessoa, A. M. & Alves Barrosa, P. (2015). Utilização de diferentes substratos na propagação de *Pyrostegia venusta* através de estacas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(4), pp. 38-41.
- Escobedo-Avellaneda, E. G., Leyva, E. y Loredó C., S. E. (2018). *Estudio de metabolitos secundarios y micronutrientes en P. Venusta*. Editorial Académica Española.
- Loredó-Carrillo, S. E., Santos-Díaz, M. L., Leyva, E. & Santos-Díaz, M. S. (2013). Establishment of callus from *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers and effect of abiotic stress on flavonoids and sterols accumulation. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 22(3), pp. 312-318.

- Navarro-Tovar, G. (2009). *Cuantificación y caracterización de metabolitos secundarios y micronutrientes (hierro, cobre, zinc) en los tejidos de la planta Pyrostegia venusta (Ker Gawl) Miers* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Mostafa, N. M., El-Dahshan, O. & Singab, A. N. (2013) *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl) Miers: A Botanical, Pharmacological and Phytochemical Review. *Medicinal & Aromatic Plants*, 2(3), pp. 1-6.

5.2. El estudio fisiológico de los productos naturales como fundamento científico de sus propiedades medicinales

María del Carmen González Castillo  
Aída Jimena Velarde Salcedo  
Gabriela Navarro Tovar

## Resumen

El estudio de los productos naturales derivados de plantas puede seguirse a través de evaluaciones fisiológicas, respondiendo a preguntas importantes: ¿qué efecto tiene un metabolito secundario determinado sobre corazón, aorta y otras estructuras? ¿Muestra ser seguro dicho metabolito en los tejidos? Así, el objetivo de la presente sección es dar a conocer hallazgos relevantes sobre el perfil fisiológico que promueven productos naturales derivados de plantas y que evidencian mecanismos de acción de sus divulgadas propiedades medicinales o curativas.

### 5.2.1. Introducción

Resulta sumamente inquietante y fascinante para un científico, el hecho de conocer los componentes y naturaleza química de los productos naturales que confieren de manera particular las propiedades de plantas, raíces, tubérculos, semillas, entre otros. Conocer que compuestos químicos son producidos por plantas, así como su naturaleza química, cobra vital importancia y es aquí en donde el conocimiento básico de un científico apunta hacia características particulares de los productos naturales, en donde se hacen una serie de cuestionamientos como: ¿si los compuestos son afines o no al agua?, ¿es un carbohidrato, aminoácido, proteína, alcohol, aldehído, u otras moléculas?, ¿qué tan larga es la estructura química?, ¿presentan reactividad química?, etc.

En estudios más avanzados relacionados con su actividad biológica, mediante diferentes modelos de estudio, puede identificarse hacia donde se dirige ese compuesto químico (sitio activo) que ejercerá un efecto particular, de tal forma que cuando ese compuesto interactúe con estructuras celulares específicas del organismo, dará como resultado lo que se conoce como “propiedades biológicas”. Por ejemplo; si es anticancerígeno, si restablece el sistema inmune, si activa la circulación, mejora la memoria, regenera tejidos, entre otros.

Las propiedades biológicas de un extracto vegetal o de un principio activo aislado de un producto natural, pueden ser evaluadas en diversos modelos biológicos y surgen preguntas como: ¿qué tipo de modelos biológicos?, ¿a qué nivel(es) se estudia-

rán?; ¿celular, tisular, orgánico o integrativo?, ¿qué respuesta se evalúa?, ¿cómo?, ¿en qué tiempo?, ¿qué concentraciones?

Todas esas preguntas se responden en un conjunto de protocolos y experimentos cuidadosamente diseñados, pues además de los modelos biológicos, es importante considerar otras condiciones propias de los productos naturales, tales como las condiciones de cultivo y crecimiento de las plantas, lugar geográfico de cultivo, estación del año en la cual se producen con mayor frecuencia, lo cual será un paso limitante e inminente en la cantidad y concentración de principios activos que contendrá la planta y en consecuencia, sus propiedades e impacto en el ser humano.

Como puede verse, evaluar las propiedades biológicas de los productos naturales requiere de una serie de acciones multidisciplinarias que sólo son posibles llevar a cabo a través de la colaboración con especialistas en las áreas involucradas.

En el Laboratorio de Fisiología Celular de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí se han dirigido esfuerzos colaborativos para estudiar los efectos que poseen ciertos productos naturales, ya sea como extractos naturales o como principios activos, haciendo énfasis en sus efectos biológicos en el sistema cardiovascular, respiratorio y digestivo principalmente, estudios en los cuales se ha tratado de identificar los mecanismos de acción a través de los cuales se pueden explicar ciertas propiedades biológicas y/o medicinales. En la siguiente sección, se describen dichos modelos fisiológicos.

### 5.2.2. Modelos fisiológicos experimentales para la evaluación de principios activos

Los modelos fisiológicos experimentales se han utilizado históricamente como una herramienta de gran utilidad para el estudio de moléculas tanto endógenas (hormonas, neurotransmisores, citocinas, factores de crecimiento) como exógenas (nanomateriales, contaminantes, principios activos, extractos de origen natural), que ejercen sus efectos clásicos y/o novedosos bajo condiciones normales o fisiopatológicas; por ejemplo en la recuperación de un efecto, revirtiendo o protegiendo a un sistema dañado o, por el contrario, incrementando un daño (González y otros, 2017; Reddy y otros, 2005).

Actualmente, existen una serie de sistemas y equipos que hacen posible medir de forma simultánea parámetros fisiológicos en el corto, mediano o largo plazo. Algunos de esos sistemas experimentales toman tiempos de elaboración prolongados en la obtención eficiente de resultados y posterior análisis, que en ocasiones incluso resultan poco confiables, aunados a una alta inversión financiera, y finalmente, escasos datos que contribuyan a la dilucidación de sus efectos y mecanismos.

El uso de los sistemas fisiológicos que se describen en seguida, específicamente de órganos y tejidos aislados, nos permiten obtener información de diversos parámetros fisiológicos en tiempo real, así como determinaciones de

indicadores bioquímicos relacionados con las acciones ejercidas por extractos naturales o principios activos (Meek y otros, 2013).

Los modelos fisiológicos *ex vivo* de tejidos y órganos aislados utilizados para la evaluación de sustancias endógenas (que el organismo produce) y exógenas (del medio ambiente y que se internan en el organismo) permiten evaluar el funcionamiento particular de un tejido u órgano; por ejemplo, conductos relacionados con el sistema cardiovascular (aorta, arteriolas, venas), sistema respiratorio (tráquea, bronquios, bronquiolos), sistema digestivo (intestino delgado o grueso); o bien, en el estudio de efectos en órganos como el corazón (Meek y otros, 2013; Bachler y otros, 2013).

El grupo de investigación se ha dado a la tarea de estudiar, evaluar y proponer las vías de señalización que se activan ante diversos productos naturales o principios activos, estableciendo un perfil fisiológico y mecanismos de acción, a través de herramientas farmacológicas y moleculares que permiten evidenciar —con sustento científico— ciertas propiedades del/los productos(s) natural(es) en estudio (Reyes-Martínez y otros, 2021; Reyes-Martínez y otros, 2019; Barba de la Rosa y otros, 2010; Estrada-Salas y otros, 2014).

Existe una serie de sistemas de órganos y tejidos aislados; esta sección se enfocará en algunos tejidos aislados (aorta, intestino, tráquea) y corazón.

### 5.2.3. Sistema de tejidos aislados

Este sistema es el método tradicional utilizado para investigar la fisiología, farmacología y toxicología de sustancias endógenas o exógenas en vasos sanguíneos, vías respiratorias, sistema digestivo, entre otras vísceras conformadas por células musculares lisas, que al contraerse o relajarse, generan una tensión que se traduce y cuantifica de forma digital por medio de software especializados, permitiendo crear un registro en tiempo real, que se analiza para dar explicación a los efectos generados sobre un tejido blanco cuando es expuesto a diversas sustancias, como principios activos de plantas.

Para el propósito de las investigaciones, se emplea un sistema de tejido aislado en donde se evalúa la contracción manteniendo la longitud del tejido constante con la finalidad de monitorear la tensión en pequeñas secciones de tejido y anillos (Ko y otros, 2010). El transductor es isométrico, es decir, un segmento de material conductor, que permite medir la presión o carga, al cambiar su resistencia eléctrica cuando se someten a ciertos esfuerzos, por ejemplo, la contracción o relajación del tejido al cual está enganchado.

A los anillos o segmentos del tejido en estudio, se le colocan y alinean dos ganchos metálicos a través de la luz del conducto en estudio, ambos, tejido y ganchos se sumergen en cámaras de doble pared que contienen solución fisiológica a 37 °C. Estas condiciones simulan la temperatura y medio del organismo completo. Uno de los ganchos está fijado al fondo

de la cámara de doble pared, mientras que el otro, se acopla al transductor isométrico, de tal forma que cuando el anillo aumenta su fuerza en respuesta a un agente endógeno o exógeno, el transductor se aprieta, el conductor se alarga, disminuyendo su área e incrementando su resistencia eléctrica, en otras palabras, el tejido ejercerá un efecto contráctil.

En contraste, cuando se experimenta una relajación del tejido, el transductor reduce su longitud, y, en consecuencia, su resistencia (Jain y otros, 2012) (figura 1). De manera simultánea, en la solución fisiológica que contiene al segmento bajo un tratamiento determinado, pueden medirse moléculas que el tejido libera a dicha solución, por ejemplo:

1. Óxido nítrico (NO), que es una molécula que produce efectos duales, citotóxicos (es decir, que dañan o matan células o tejidos) o vasodilatadores (aumento del diámetro interno de los vasos sanguíneos) (Rosas-Hernández y otros, 2009).
2. Derivados del ácido araquidónico, que son cadenas insaturadas de ácido graso, que al metabolizarse pueden dar lugar a una diversidad de productos que ejerce efectos relajantes en el músculo liso de los vasos sanguíneos (González y otros, 2015), y
3. Moléculas que activan procesos inflamatorios, como histamina, interleucinas, entre otros (Park y otros, 2014).

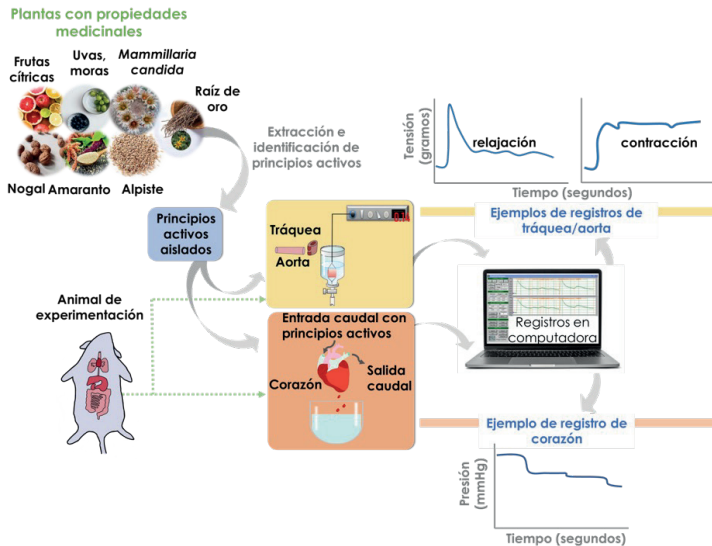


Figura 1. Esquema representativo de los modelos fisiológicos de órganos aislados. El perfil fisiológico de extractos vegetales o de sus principios activos en tráquea, aorta, y corazón se registra en un software que provee los registros de contracción y relajación del órgano para su posterior interpretación.

#### 5.2.4. Sistema de corazón aislado y perfundido de roedor: *Preparación de Langendorff* para evaluar principios activos

Los órganos aislados y perfundidos como el corazón, riñón, hígado, y pulmón, son aquellos que se separan de un organismo vivo, por ejemplo, de roedores, como unidades biológicas de experimentación, los cuales pueden seguir manteniendo su viabilidad y procesos metabólicos durante un tiempo limitado. Estos órganos, al ser colocados en sistemas fisiológicos adaptados a software especializado, permiten que, durante ese tiempo limitado, puedan registrarse en

tiempo real los parámetros fisiológicos y bioquímicos de los órganos blancos en estudio. Una de las ventajas de estos sistemas es que se evita tener la interferencia de otras estructuras y mediadores provenientes de un sistema *in vivo*. Los órganos aislados colocados en estos sistemas simulados son perfundidos, es decir, se hace pasar una solución fisiológica semejante a la composición sanguínea, a través de los vasos sanguíneos del órgano en estudio, manteniendo las condiciones controladas de oxigenación, pH, y temperatura (Bell y otros, 2011).

El modelo de corazón aislado y perfundido o preparación de Langendorff ha permitido llevar a cabo descubrimientos elementales y básicos de la fisiología cardiovascular. Existen dos variantes de este modelo: a presión constante y con flujo constante (Dhein, 2005). El principio básico del modelo de corazón aislado de Langendorff es mantener la actividad cardíaca, que se logra al perfundir el corazón a través de las arterias coronarias usando una cánula aórtica insertada en la aorta ascendente.

Por medio de una bomba peristáltica, la solución de perfusión, con un flujo que puede ser constante, ingresa en el corazón en sentido contrario al flujo sanguíneo, que *in vivo* lleva a cabo el corazón durante cada ciclo cardíaco, permitiendo, de esta manera, estudiar de forma particular, y con un mayor acercamiento, los cambios en el tono vascular de los vasos coronarios que irrigan y nutren al corazón, alteraciones celulares o moleculares del endotelio (túnica íntima de los vasos sanguíneos que tienen contacto directo con la

sangre), modificaciones en la fisiología del músculo cardíaco o alteraciones en el flujo coronario que a su vez modifican la fisiología cardiovascular (Reyes-Martínez y otros, 2019).

Cuando la solución de perfusión pasa a los vasos coronarios por medio de los ostios coronarios (izquierdo y derecho) localizados en la base de la aorta (Bell y otros, 2011), la solución de perfusión cruza el lecho vascular, entra en la aurícula derecha a través del seno coronario y es expulsada por el ventrículo derecho y la arteria pulmonar (Dhein, 2005; Skrzypiec-Spring y otros, 2007). Este sistema nos permite monitorear de manera simultánea la presión de perfusión como índice del tono vascular o el grado de relajación o contracción de los vasos coronarios que irrigan al corazón, medir la fuerza con la que el corazón se contrae, así como la conducción eléctrica en este órgano (ver Figura 1) (Ramírez-Lee y otros, 2018).

De manera semejante al sistema de tejidos aislados, y como resultado de la evaluación fisiológica de un tratamiento determinado, puede evaluarse en la solución de perfusión liberada del corazón a sustancias producidas o generadas (hormonas, citocinas, gases), derivado de su exposición a principios activos.

Asimismo, a través del uso de este sistema, pueden generarse una serie de datos e información para complementar e integrar el perfil fisiológico cardiovascular, como análisis histológicos, o la expresión de ciertas proteínas o su correspondiente a ARN mensajero derivado del tratamiento con extractos naturales o principios activos.

En el Laboratorio de Fisiología Celular, se ha evaluado, tanto en segmentos aislados de vasos sanguíneos, tráquea, e intestino delgado, como en corazón aislado y perfundido de rata, la respuesta fisiológica inducida por diferentes extractos naturales y principios activos derivados de plantas, como metabolitos secundarios; específicamente, el ácido gálico, ácido cítrico, afinina, naftoquinonas, extractos con alto contenido de flavonoides, así como algunas proteínas extraídas de plantas como el amaranto y el alpiste, que poseen una gran relevancia nutraceutica (Reyes-Martínez y otros, 2021; Reyes-Martínez y otros, 2019; Barba de la Rosa y otros, 2010; Estrada-Salas y otros, 2014).

En los siguientes párrafos, se describen algunas de las propiedades biológicas y sugerentes mecanismos de acción de algunos de los productos naturales que se han estudiado en el grupo de investigación, a través de estrechas colaboraciones entabladas con investigadoras e investigadores a nivel inter e intrainstitucional.

#### 5.2.5. Ácido cítrico y ácido gálico, dos ácidos orgánicos con propiedades antioxidantes y efecto vasodilatador

El ácido cítrico es uno de los productos más importantes en la industria química. Se obtiene de la fermentación en reactores utilizando el hongo *Aspergillus niger* y el bagazo de frutas cítricas como el limón y la naranja. El ácido gálico también se obtiene por fermentación del bagazo de frutas. Ambos son aditivos usados ampliamente en la industria de alimentos, además, tienen propiedades



biológicas relevantes, como su acción antioxidante (Badhani y otros, 2015) (cuadro 1).

Para entender el concepto de antioxidante es preciso definir estrés oxidativo, que es la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), o radicales libres, que, a su vez, atacan los ácidos grasos de las membranas de las células. Si el sistema biológico no tiene la capacidad para neutralizar o eliminar rápidamente los ROS, se genera daño en la función de la célula y se promueve el desarrollo y progresión de diversas afecciones como el cáncer, diabetes, alteraciones cardiovasculares, entre otras. Es por ello, y con el fin de prevenir o reducir el daño oxidativo, que el organismo ha desarrollado un sistema de defensa antioxidante, que neutraliza a los agentes prooxidantes (generadores de ROS), a través de reacciones de óxido reducción o “secuestro de ROS”, convirtiéndolos en compuestos menos reactivos y protegiendo al organismo.

Los antioxidantes naturales se pueden obtener de las frutas, verduras, especias, granos y hierbas. Dichos antioxidantes son compuestos del tipo flavonoides, carotenoides, esteroides, polifenoles y vitaminas, dentro de los dos últimos grupos se encuentran al ácido gálico y al ácido cítrico, respectivamente; el ácido gálico, además de ser un potente antioxidante, se ha reportado que posee efectos anticancerígenos, antibacteriales, antivirales, antiinflamatorios, y anti-parkinsonianos (Vukušić y otros, 2011; Chandrasekhar y otros, 2018). Por otro lado, el ácido cítrico, además de sus potentes propiedades antioxidantes, es cofactor de diversas enzimas, regulando la división y crecimiento celular. Sin

embargo, sus efectos en el sistema vascular son controversiales y sus mecanismos no han sido dilucidados del todo.

El ácido gálico promueve la contracción muscular (contracción y relajación) en la aorta a diferentes concentraciones; algunos de los mecanismos propuestos es que atrapa radicales libres e impide que ejerzan efectos sobre las células del endotelio que recubren al músculo liso de la aorta (Gil-Longo & González-Vázquez, 2010). Por otro lado, el ácido cítrico también posee efectos directos sobre la vasculatura, específicamente durante el proceso angiogénico, que significa formación de vasos sanguíneos. Esta molécula incrementa el número de vasos sanguíneos en modelos de embrión de pollo y las células del endotelio en un modelo de vena umbilical humana (Binu y otros, 2013).










Si bien estos estudios revelan que el ácido gálico y cítrico son antioxidantes que desarrollan importantes eventos biológicos a nivel celular y tisular, aún queda por dilucidar si los efectos antes descritos sobre la vasculatura son dependientes de sus propiedades antioxidantes, o bien, estimulan selectivamente vías de señalización alternas a esta propiedad.

El grupo de investigación ha reconfirmado que el ácido cítrico y gálico son potentes antioxidantes, tal cual se ha reportado frecuentemente en las investigaciones relacionadas con las propiedades antioxidantes de diferentes compuestos naturales.

Sus propiedades antioxidantes se asocian de forma diferencial con la regulación del tono vascular (procesos alternados de contracción y relajación), al evaluar la tensión de vasos sanguíneos aislados de rata Wistar, tratados con estos principios activos, mostrando que solo el ácido gálico —pero no el ácido cítrico—, en un rango de bajas concentraciones, promueve considerables efectos vasodilatadores asociados parcialmente con la producción de NO, ya que cuando este efecto dilatador inducido por dichos antioxidantes se trata con bloqueadores farmacológicos de la producción de NO, la respuesta en dicha relajación no se bloquea totalmente, sugiriendo que otros agentes relajantes endógenos, además del NO podrían estar involucrados en estas acciones.

Dichos hallazgos aportan información relevante acerca de las acciones del ácido gálico y el ácido cítrico sobre la fisiología vascular y los convierte en blanco de futuras investigaciones con impacto en el estudio del desarrollo y progresión de afecciones cardiovasculares. Adicionalmente, esta investigación en curso brinda información relevante relacionada con los potentes efectos vasculares inducidos por el ácido gálico en un rango de bajas concentraciones, lo que ubica a este principio activo como una potencial molécula dirigida hacia la generación de fármacos combinados en el combate a afecciones cardiovasculares, como la hipertensión, en donde los medicamentos destinados para tal efecto, que si bien regulan temporalmente la presión arterial, generan una serie de efectos secundarios, que también tienen que ser contrarrestados.

La combinación de dos agentes vasodilatadores conformados por antioxidantes naturales y los fármacos convencionales antihipertensivos, podrían apoyar en la reducción de efectos secundarios, mejorando así la calidad de vida de las personas que lo padecen.

Planta	Ubicación geográfica, México	Uso medicinal tradicional	Principio activo y su estructura química	Fundamento científico
 <b>Fruitas cítricas</b>	Veracruz, Tabasco, San Luis Potosí, Colima, Michoacán, Oaxaca.	Previene enfermedades cardíacas, anti-úlcera, prevención de cáncer.	<b>Ácido cítrico</b> <chem>OC(CC(=O)O)C(=O)O</chem>	<b>Ácido cítrico y ácido gálico.</b> Prevención de cáncer: Atrapa moléculas que oxidan a las células. Antibacterial: acidifican el medio y destruyen membranas de bacterias
 <b>Uvas</b>  <b>Moras</b>	Sonora, Aguascalientes, Zacatecas, California, Michoacán	Combate infecciones, anti-úlcera, prevención de cáncer	<b>Ácido gálico</b> <chem>OC1C=CC(=O)C(O)C1=O</chem>	
 <b>Helioopsis longipes Raíz de oro</b>	San Luis Guanajuato, Querétaro.	Destinflamar, desinfectar, cicatrizar, atacar problemas digestivos.	<b>Alfina</b> <chem>CCCCCCCC=CCCC</chem>	<b>Problemas digestivos:</b> contracción y relajación de intestino <b>Desinfección:</b> inhibe crecimiento de bacterias
 <b>Plumbago</b>  <b>Plantas de Ébano</b>	Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Yucatán, Oaxaca, San Luis Potosí.	Combate infecciones, tratamiento de cáncer	<b>Nattaquinonas</b> <b>Plumbagina</b> <b>Lawsonia</b> <b>Juglona</b>	<b>Antibacterial:</b> Sus reacciones de óxido-reducción altera la membrana de bacterias y las destruye. <b>Anticancer:</b> Puede ejercer el mismo efecto sobre células de tumores.
 <b>Mammillaria candida Bola de nieve</b>	San Luis Potosí	Antidiabético, prevención de cáncer	<b>Ravonoides</b> <b>Epicatequina</b> <b>Ácido quínico</b> <b>Betalaina</b>	<b>Péptidos de amaranto y alpiste</b> <b>Antihipertensivo:</b> inhibición de la Enzima Convertidora de Angiotensina (ECA) <b>Antidiabético:</b> inhibición de la dipeptidil peptidasa IV (DPPIV)
 <b>Amaranto</b>	Puebla, Taxcala, Estado de México	Antidiabético, antihipertensivo	<b>Péptidos de glutelinas</b> <b>Péptidos antidiabéticos</b> $IPI^H$ $VV^H$ <b>Péptido antihipertensivo</b> $YPI^H$	
 <b>Alpiste</b>	Sinaloa, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León	Antidiabético, antihipertensivo	<b>Lunasil.</b> Péptidos sin identificar	

Cuadro 1. Los extractos vegetales y principios activos evaluados en el Laboratorio de Fisiología Celular. Estos estudios se realizan en esfuerzos conjuntos con otros grupos de investigación de San Luis Potosí, y validan los usos medicinales ancestrales que se les han dado a las plantas que se mencionan. \*Ejemplos de péptidos bioactivos que pueden encontrarse en el amaranto. (I): isoleucina, (P): prolina, (V): valina, (Y): tirosina.

### 5.2.6. La afinina del *Heliopsis longipes* o raíz de oro y su efecto en el sistema respiratorio y digestivo

La afinina es el principio activo de la raíz de oro y forma parte de un grupo de compuestos naturales bioactivos conocidos como alcanidas. Su estructura química está conformada por un ácido graso insaturado unido a una amina que se considera un derivado del amoníaco (Gonzalez & Navarro-Tovar, 2020).

Su proceso de extracción, purificación e identificación a partir de la raíz de oro lleva una serie de procesos que van desde la molienda y la maceración de la raíz hasta la filtración del material para la posterior purificación de la afinina por cromatografía de columna, proceso de separación de sustancias químicas por medio de solventes.

El aislamiento fino de este compuesto se realiza por cromatografía de alta resolución, técnica especializada que permite separar los compuestos con mayor precisión, y la estructura química del compuesto purificado se confirma mediante resonancia magnética nuclear, necesaria para la determinación estructural de componentes químicos, que genera una huella digital química de un compuesto determinado, el cual será evaluado biológicamente en los modelos de interés.

La afinina derivada del *Heliopsis longipes*, posee una gran gama de propiedades biológicas dentro de las cuales destacan: potente analgésico, antiinflamatorio, antiartrítico, diurético, vasorrelajante, antioxidante, sirve como

broncodilatador, entre otros (Gonzalez & Navarro-Tovar, 2020; Molina-Torres y otros, 2004), propiedades que han sido estudiadas científicamente (cuadro 1). Sin embargo, otras propiedades no han sido reportadas previamente, o estudiadas exhaustivamente, tal es el caso de sus acciones anti ulcerativas o digestivas en el tracto digestivo, o sus efectos en el sistema respiratorio como broncodilatador.

En torno a estos dos últimos efectos, y a manera de evidencias preliminares, se ha observado que en segmentos aislados de tráquea (vía superior del sistema respiratorio) y de intestino delgado (conducto de absorción mayoritaria en el aparato digestivo) de rata Wistar, concentraciones crecientes del extracto de esta raíz ejercen un efecto relajante del músculo liso que conforma la estructura y funcionalidad de la tráquea con un perfil fisiológico semejante al ejercido por la afinina en el músculo liso de vasos sanguíneos, reportados previamente por otros investigadores (Castro-Ruiz y otros, 2017).

Mientras que, en el intestino delgado, la afinina provoca un efecto dual y transitorio de relajación-contracción sostenida en un rango creciente de concentraciones en anillos aislados de íleon (última parte del intestino delgado), simulando una condición de activación de la motilidad intestinal (contracción y relajación), lo que podría sugerir acciones relacionadas con la activación de movimientos peristálticos del intestino delgado, y su implicación en los procesos digestivos.

Estos hallazgos han abierto una importante línea de investigación asociada al mecanismo de acción de la afinina

y su relevancia en el estudio de alteraciones respiratorias como el asma, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), o bien digestivas como la gastritis y alteraciones en la motilidad intestinal, en donde este efecto evidenciado podría explicar su uso favorable como antiinflamatorio y digestivo en la comida tradicional en algunas comunidades indígenas.

#### 5.2.7. Las naftoquinonas, de su actividad antimicrobiana y anticancerígena a sus efectos broncodilatadores

Las naftoquinonas son pigmentos abundantes en la naturaleza, principalmente aislados de plantas. Su estructura química es un anillo de naftaleno con dos grupos carbonilo en las posiciones 1 y 4 de la estructura aromática (1,4-naftoquinona) (Leyva y otros, 2017). La familia de compuestos naftoquinona, posee actividades biológicas relevantes, pues se han identificado como antimicrobianos. Por ejemplo, algunas naftoquinonas han probado ser efectivas contra bacterias como *Staphylococcus aureus* resistentes a antibióticos comerciales (López-López y otros, 2022; Song y otros, 2020; Janeczko y otros, 2016).

Moléculas como la juglona, una naftoquinona aislada de varias especies de nogales o Juglans, y lawsona, aislado por primera vez de la planta alheña o *Lawsonia inermis* (ver Cuadro 1), han probado su efecto anticancerígeno en cultivos de líneas de células tumorales (Pereyra y otros, 2019). Por otro lado, esta gran familia de compuestos puede ser modificada químicamente agregando aminoácidos o átomos de

cloro o flúor para dirigir su efecto a células tumorales. La incorporación de cisteína, valina, tirosina y otros aminoácidos disminuye selectivamente la viabilidad de células de cáncer de mama y cáncer de cérvix (Rivera-Avalos y otros, 2019).

En el Laboratorio de Fisiología Celular se ha investigado el efecto de la 1,4-naftoquinona en anillos aislados de tráquea de rata Wistar, observando el efecto de dilatación del músculo (Martínez-Castillo y otros, 2019) lo que nos hace proponer que si derivados de 1,4-naftoquinona tienen efecto sobre bacterias como *Staphylococcus aureus* (Revchandiran y otros, 2019), entonces su uso en enfermedades infecciosas respiratorias podría beneficiar al paciente al combatir la infección y broncodilatar los tejidos de vías respiratorias.

De las limitantes para llevar las naftoquinonas a estudios clínicos en pacientes, son sus problemas de solubilidad, y que algunas de ellas han mostrado toxicidad en células sanas. Por lo que es relevante ser minuciosos en las evaluaciones biológicas, y los modelos fisiológicos son una herramienta que apoya sustancialmente a su entendimiento de los eventos que ocurren en la célula.

#### 5.2.8. Extractos ricos en flavonoides de *Mammillaria candida* como agentes que relajan vasos sanguíneos

San Luis Potosí es el estado con mayor número y diversidad de cactáceas a nivel mundial, cuyas especies son fuente de metabolitos con interés farmacológico, sin embargo, su explotación a nivel comercial presenta limitantes como

el lento crecimiento de las plantas y la disminución de sus poblaciones naturales. Una alternativa para obtener los principios activos de cactáceas, sin afectar el medio ambiente, es el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, tema que describe en el capítulo 4 la doctora María del Socorro Santos Díaz, con quien se colabora activamente para evaluar los cultivos *in vitro* de *Mammillaria candida* y *Turbunicarpus laui*, unas cactáceas de las que se pudieron obtener extractos ricos en fenoles y flavonoides.

Estos metabolitos secundarios ejercieron importante actividad vasodilatadora (85-99%) en anillos aislados de aorta de rata. La actividad vasorelajante de los metabolitos de *M. candida* fue parcialmente dependiente de un conjunto de mediadores como derivados del ácido araquidónico, canales y receptores que se encuentran insertos en la membrana plasmática de las células musculares lisas de los vasos sanguíneos, cuyas características y funcionamiento promueven en conjunto efectos vasodilatadores (Reyes-Martínez y otros, 2021).

El estudio de los metabolitos derivados de *M. candida* y *T. laui* sobre la vasculatura, han aportado evidencias relevantes y novedosas en torno a este tipo de especies, representando una fuente viable para la obtención de principios activos con propiedades farmacológicas relevantes en el tratamiento de afecciones cardiovasculares, como hipertensión, disfunción endotelial, isquemia-reperusión, que aunado a su alto valor agregado, pueden, además de ser dirigidos hacia usos farmacológicos, por sí mismos, pueden actuar como importantes agentes nutraceuticos, que poseen acciones benéficas en la

salud humana y, por lo tanto, en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas.

#### 5.2.9. Péptidos bioactivos provenientes del amaranto y alpiste: granos emergentes con propiedades vasorrelajantes

En los últimos años, el estudio de los alimentos funcionales ha tomado un enfoque muy interesante, particularmente hacia los péptidos bioactivos que se encuentran en productos lácteos, carne, y en algunas leguminosas (soya, frijol, garbanzo) y cereales (trigo, maíz, avena). Los péptidos bioactivos son fragmentos pequeños de proteínas que se encuentran dentro de una proteína más grande, que tienen efectos benéficos a la salud y son liberados mediante reacciones enzimáticas, fermentaciones por microorganismos o durante la digestión al consumir los alimentos. Una vez liberados en el tracto gastrointestinal, al ser de tamaño relativamente pequeño, pueden ser absorbidos con facilidad en el intestino, alcanzar la circulación y ejercer un efecto biológico. Se ha hipotetizado que los péptidos bioactivos son responsables de muchos de los efectos benéficos conocidos del consumo regular de estos alimentos nutraceuticos.

Los péptidos bioactivos pueden influenciar la actividad de enzimas y proteínas en el cuerpo para regular procesos biológicos relacionados con la prevención de enfermedades. Entre estas actividades se encuentran las anticancerígenas, inmunomoduladores, antidiabéticas, antitrombóticas, opioides, antiinflamatorias y antihipertensivas.

Las proteínas presentes en los alimentos pueden contener diferentes secuencias de péptidos bioactivos, con diferente actividad biológica y en proporciones que están dadas por la secuencia de la proteína precursora. En el caso de granos y semillas, las proteínas precursoras forman parte de las proteínas de reserva que serán necesarias para la planta durante el proceso de germinación y crecimiento inicial de la plántula. Las proteínas de reserva se pueden clasificar de acuerdo con su solubilidad en soluciones salinas, en solventes polares y pH ácido o básico. Y estas propiedades de solubilidad son aprovechadas para extraerlas, estudiarlas y caracterizar con más detalle los efectos biológicos atribuidos al consumo de péptidos bioactivos.

El amaranto es una planta nativa de México y Sudamérica que ha sido cultivada desde épocas precolombinas. Recientemente, el consumo de la semilla de amaranto ha resurgido debido a su alto contenido de proteína, balance de aminoácidos y ausencia de gluten, que lo hacen un candidato muy atractivo para la preparación de alimentos en personas con enfermedad celiaca (las personas no pueden consumir gluten) o que quieren balancear el contenido nutrimental a través del consumo de cereales y granos ancestrales.

En México, el grupo de investigación de la doctora Ana Paulina Barba de la Rosa del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C. (IPICYT) se ha centrado en estudiar al amaranto como un potencial alimento nutraceutico. Previamente, se reportó que el amaranto contiene péptidos bioactivos encriptados en las proteínas de reserva correspondientes a las glutelinas (es decir, proteínas

solubles en pH básico). Dentro de las secuencias reportadas, los péptidos predominantes se clasifican como aquellos con actividad antihipertensiva y actividad antidiabética.

En colaboración con la doctora Barba de la Rosa, se estudió el efecto de derivados tripticos de las glutelinas de amaranto; es decir, una mezcla de péptidos bioactivos obtenidos con tripsina, en modelos *in vitro* y *ex vivo* (en tejidos), particularmente usando el sistema de anillos aislados de aorta de rata y cultivos de células endoteliales de vasos sanguíneos (Barba de la Rosa y otros, 2010). Los resultados confirmaron el efecto vasorrelajante de los péptidos de amaranto.

Al comparar estos resultados con los obtenidos con un fármaco, captopril, se observa que la actividad es en menor grado que un fármaco purificado. Sin embargo, al tratarse de una fuente natural, obtenida de un alimento, este resultado es prometedor y justifica el consumo del amaranto de forma regular, que pudiera tener un efecto positivo a largo plazo y sin la aparición de efectos adversos marcados; situación que puede presentarse con el consumo de fármacos químicos.

Una semilla que ha sido poco estudiada y a la que la medicina tradicional ha atribuido efectos benéficos es el alpiste. Aunque usualmente este grano está asociado como alimento para aves, por generaciones se ha transmitido el conocimiento que el consumo de la leche vegetal derivada del alpiste se puede utilizar como adyuvante en el tratamiento de la diabetes y la hipertensión.



Como un abordaje inicial para la caracterización de este potencial alimento funcional, se trabajó con péptidos obtenidos de una digestión gastrointestinal simulada de tres preparados de alpiste: leche de alpiste, harina de alpiste y un alimento comercial a base de harina de alpiste (Estrada-Salas y otros, 2014). Los resultados indicaron que se estimula la producción de insulina. Además, usando el sistema de corazón aislado y perfundido de roedor, se detectó un efecto vasodilatador a una manera dosis-dependiente, presentando un efecto similar al inducido por la bradicinina y asociado con la producción de NO.

## Conclusiones

En esta sección, se ha realizado el esfuerzo de contextualizar y dar relevancia a la medicina tradicional, desde un punto de vista científico, que permita explicar las propiedades de las plantas medicinales.

Las primeras aproximaciones de los efectos biológicos de los principios activos y extractos naturales mencionados previamente, nos han permitido en una primera etapa, establecer sus perfiles fisiológicos haciendo uso de los sistemas descritos de tejidos y órganos aislados, en donde se ha evidenciado propiedades particulares de los productos naturales, algunos de ellos explican el porqué de su uso en la medicina tradicional y más aún, se ha logrado dilucidar en parte sus mecanismos de acción, de una manera más precisa, de tal forma que los hallazgos generados, nos han también tomar decisiones para avanzar en el estudio a nivel

molecular de estos productos en modelos biológicos más complejos e integrativos, que involucran una mayor inversión de tiempo, presupuesto y esfuerzo, y que, a través del conocimiento obtenido a partir de ellos, coadyuven en la generación de nuevos fármacos solos o combinados, y agentes nutraceuticos que apoyen a la prevención o tratamiento de enfermedades.

## Referencias bibliográficas

- Bachler, G., von Goetz, N. & Hungerbühler, K. (2013). A physiologically based pharmacokinetic model for ionic silver and silver nanoparticles. *International journal of nanomedicine*, 8, pp. 3365-3382.
- Badhani, B., Sharma, N. & Kakkar, R. (2015). Gallic acid: a versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *RSC Advances*, 5(35), pp. 27540-27557.
- Barba de la Rosa, A. P., Barba Montoya, A., Martínez-Cuevas, P., Hernández-Ledesma, B., León-Galván, M. F., de León-Rodríguez, A. & González, C. (2010). Tryptic amaranth glutelin digests induce endothelial nitric oxide production through inhibition of ACE: Antihypertensive role of amaranth peptides. *Nitric Oxide*, 23(2), pp. 106-111.
- Bell, R. M., Mocanu, M. M. & Yellon, D. M. (2011). Retrograde heart perfusion: The Langendorff technique of isolated heart perfusion. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 50(6), pp. 940-950.
- Binu, S., Soumya, S.J., Sudhakaran, P.R. (2013) Metabolite control of angiogenesis: angiogenic effect of citrate. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 69(3), pp. 383-395.

- Castro-Ruiz, J. E., Rojas-Molina, A., Luna-Vázquez, F. J., Rivero-Cruz, F., García-Gasca, T. & Ibarra-Alvarado, C. (2017). Affinin (Spilanthol), Isolated from *Heliopsis longipes*, Induces Vasodilation via Activation of Gasotransmitters and Prostacyclin Signaling Pathways. *International journal of Molecular Sciences*, 18(1), article 218.
- Chandrasekhar, Y., Phani Kumar, G., Ramya, E. M. & Anilakumar, K. R. (2018). Gallic Acid Protects 6-OHDA Induced Neurotoxicity by Attenuating Oxidative Stress in Human Dopaminergic Cell Line. *Neurochemical Research*, 43(6), pp. 150-160.
- Dhein, S. (2005). The Langendorff Heart. In: Dhein, S., Mohr, F. W. & Delmar, M. (Eds.) *Practical Methods in Cardiovascular Research* (pp. 155-172). Springer.
- Estrada-Salas, P. A., Montero-Morán, G. M., Martínez-Cuevas, P. P., González, C. & Barba de la Rosa, A. P. (2014). Characterization of antidiabetic and antihypertensive properties of canary seed (*Phalaris canariensis* L.) peptides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(2), pp. 427-433.
- Gil-Longo, J. & González-Vázquez, C. (2010). Vascular pro-oxidant effects secondary to the autoxidation of gallic acid in rat aorta. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(4), pp. 304-309.
- González, C. & Navarro-Tovar, G. (2020) *Heliopsis longipes*, una especie legendaria con un futuro por explorar. *Universitarios Potosinos*, 16(243), pp. 4-8.
- González, C., Navarro Tovar, G. y Ramírez Lee, M. A. (2017). Perfil fisiológico de los nanomateriales. *Mundo Nano Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 11(20), pp. 27-41.
- González, C., Rosas-Hernández, H., Jurado-Manzano, B., Ramírez-Lee, M. A., Salazar-García, S., Martínez-Cuevas, P. P., Velarde-Salcedo, A. J., Morales-Loredo, H., Espinosa-Tanguma, R., Ali, S. F. & Rubio, R. (2015). The prolactin family hormones regulate vascular tone through NO and prostacyclin production in isolated rat aortic rings. *Acta Pharmacologica Sinica*, 36(5), pp. 572-586.
- Jain, G., Bodakse, S. H., Mishra, S., Namdev, K. & Rajput, M. S. (2012). Development of an *ex vivo* model for pharmacological experimentation on isolated tissue preparation. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 3(3), pp. 176-181.
- Janeczko, M., Demchuk, O. M., Strzelecka, D., Kubiński, K. & Masłyk, M. (2016). New family of antimicrobial agents derived from 1,4-naphthoquinone. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 124, pp.1019-1025.
- Ko, E. A., Song, M. Y., Donthamsetty, R., Makino, A. & Yuan, J.X-J. (2010). Tension Measurement in Isolated Rat and Mouse Pulmonary Artery. *Drug Discovery Today: Disease Models*, 7(3-4), pp. 123-130.
- Leyva, E., Loredo-Carrillo, S. E., López, L. I., Escobedo-Avellaneda, E. G. y Navarro-Tovar, G. (2017). Importancia química y biológica de naftoquinonas. Revisión bibliográfica. *Afinidad*, 74(577), pp. 36-50.
- López-López, L. I., Rivera-Ávalos, E., Villareal-Reyes, C., Martínez-Gutiérrez, F. & de Loera, D. (2022). Synthesis and antimicrobial valuation of amino acid naphthoquinone derivatives as potential antibacterial agents. *Chemotherapy*, 67(2), pp. 102-109.

- Martínez-Castillo, J., González, C. y Navarro-Tovar, G. (2019). Obtención del complejo de micropartículas de sílice mesoporoso con 1,4-naftoquinona y evaluación preliminar su efecto biológico en un modelo de aorta aislada de rata [proyecto de Licenciatura en Química], Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Meek, M. E. (Bette), Barton, H. A., Bessems, J. G., Lipscomb, J. C. & Krishnan, K. (2013). Case study illustrating the WHO IPCS guidance on characterization and application of physiologically based pharmacokinetic models in risk assessment. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 66(1), pp. 116-129.
- Molina-Torres, J., Salazar-Cabrera, C., Armenta-Salinas, C. & Ramírez-Chávez, E. (2004). Fungistatic and bacteriostatic activities of alkamides from *Heliopsis longipes* roots: affinins and reduced amides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), pp. 4700-4704.
- Park, I. H., Um, J. Y., Cho, J. S., Lee, S. H., Lee, S. H. & Lee, H. M. (2014). Histamine Promotes the Release of Interleukin-6 via the H1R/p38 and NF- $\kappa$ B Pathways in Nasal Fibroblasts. *Allergy, Asthma & Immunology Research*, 6(6), pp. 567-572.
- Pereyra, C. E., Dantas, R. F., Ferreira, S. B., Gómes, L. P. & Silva, F. P. (2019). The diverse mechanisms and anticancer potential of naphthoquinones. *Cancer Cell International*, 19(1), pp. 1-20.
- Ramírez-Lee, M. A., Aguirre-Bañuelos, P., Martínez-Cuevas, P. P., Espinosa-Tanguma, R., Chi-Ahumada, E., Martínez-Castañón, G. A. & González, C. (2018). Evaluation of cardiovascular responses to silver nanoparticles (AgNPs) in spontaneously hypertensive rats. *Nanomedicine Nanotechnology, Biol Med.*, 14(2), pp. 385-395.
- Ravichandiran, P., Sheet, S., Premnath, D., Kim, A. R., Yoo, D. J. (2019). 1,4-Naphthoquinone Analogues: Potent Antibacterial Agents and Mode of Action Evaluation. *Molecules*, 24(7), article 1437.
- Reddy, M. B., Yang, R. S. H., Clewell, H. J. & Andersen, M. E. (2005). *Physiologically Based Pharmacokinetic Modeling: Science and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- Reyes-Martínez, A., Valle-Aguilera, J. R., Antunes-Ricardo, M., Gutiérrez-Urbe, J., González, C. & Santos-Díaz, M. S. (2019). Callus from *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers: a source of phenylethanoid glycosides with vasorelaxant activities. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 139(1), pp. 119-29.
- Reyes-Martínez, A., Valle-Aguilera, J. R., González, C. & Santos-Díaz, M. S. (2021). Vasorelaxant activity of metabolites present in *Mammillaria candida* and *Turbinicarpus laui* *in vitro* cultures. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 147(1), pp. 9-20.
- Rivera-Ávalos, E., de Loera, D., Araujo-Huitrado, J. G., Escalante-García, I. L., Muñoz-Sánchez, M. A., Hernández, H., López, J. A. y López, L. (2019). Synthesis of Amino Acid-Naphthoquinones and *In vitro* Studies on Cervical and Breast Cell Lines. *Molecules*, 24, article 4285.
- Rosas-Hernández, H., Jiménez-Badillo, S., Martínez-Cuevas, P. P., Gracia-Espino, E., Terrones, H., Terrones, M., Hussain, S. M. Ali, S. F. & González, C. (2009). Effects of 45-nm silver nanoparticles on coronary endothelial cells and isolated rat aortic rings. *Toxicol Letters*, 191(2-3), pp. 305-313.
- Skrzypiec-Spring, M., Grotthus, B., Szląg, A. & Schulz, R. (2007). Isolated heart perfusion according to Langendorff-Still viable in the new millennium. *Journal of Pharmaceutical and Toxicological Methods.*, 55(2), pp. 113-26.

Song, R., Yu, B., Friedrich, D., Li, J., Shen, H., Krautscheid, H., Huang, S. D. & Kim, M-H. (2020). Naphthoquinone-derivative as a synthetic compound to overcome the antibiotic resistance of methicillin-resistant *S. aureus*. *Communications Biology*, 3(1), pp. 1-11.

Vukušić, S. B., Grgac, S. F., Budimir, A. & Kalenić, S. (2011). Cotton textiles modified with citric acid as efficient anti-bacterial agent for prevention of nosocomial infections. *Croatian Medical Journal*, 52(1), pp. 68-75.

### 5.3. Cultivos *in vitro* de cactáceas para la obtención de compuestos con actividad farmacológica

María del Socorro C. Santos Díaz

#### 5.3.1. Introducción

Las cactáceas son especies nativas del continente americano, sin embargo, la mayor diversidad de plantas se localiza en México, con alrededor de 669 especies de un total de aproximadamente 2000. El 77% de las cactáceas mexicanas son endémicas, es decir, solo crecen en el país (Ortega-Baes & Godínez-Álvarez, 2006).

Las cactáceas son fuente de compuestos bioactivos con importantes actividades farmacológicas. Por ejemplo, *Lophophora williamsii* (peyote) contienen alcaloides con propiedades alucinógenas (Helmlin y otros, 1992); las *Opuntias* (nopales) sintetizan betalainas (pigmentos rojos o amarillos presentes en el fruto) y compuestos fenólicos con importante actividad antioxidante y antiinflamatoria (Sutariya & Saraf,

2017); los géneros *Stenocereus* producen terpenos y esteroides cuya estructura química es muy similar a la de los estrógenos humanos y, por tanto, pueden tener una acción similar a los esteroides animales y utilizarse como anticonceptivos (Adlercreutz & Mazur, 1997).

Desafortunadamente, la explotación comercial de las cactáceas presenta serias limitantes, entre ellas, el lento crecimiento de las especies, la baja germinación de las semillas y la reducción de las poblaciones naturales causada por el saqueo ilegal y la destrucción de su hábitat (Santos-Díaz y otros, 2010). Por ello, se han usado las técnicas de cultivo *in vitro* para la propagación y conservación de cactáceas. A la fecha, más de 100 especies de cactáceas se han propagado usando este procedimiento (Lema-Rumińska & Kulus, 2014; Pérez-Molphe Balch y otros, 2015).

Las técnicas de CTV también pueden emplearse para la obtención de metabolitos secundarios. Entre sus ventajas destacan: *a*) la producción de metabolitos no se ve afectada por factores ambientales, ya que los cultivos se mantienen en condiciones de luz y temperatura controladas; *b*) puede incrementarse la formación de metabolitos exponiendo los cultivos a factores bióticos o abióticos; *c*) es posible escalar la producción a nivel de biorreactor, y *d*) pueden generarse productos nuevos que no están presentes en la planta, entre otras.

En la literatura se ha documentado ampliamente el uso de órganos (raíces, tallos) y células no diferenciadas (callos y

suspensiones) para la obtención de diferentes compuestos bioactivos, entre ellos, alcaloides, terpenos, flavonoides, gingenósidos, flavonoides, compuestos fenólicos, y antraquinonas (Effert, 2019; Espinosa-Leal y otros, 2018).

### 5.3.2. Obtención de metabolitos de cultivos *in vitro* de cactáceas

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP se ha trabajado en la propagación *in vitro* de varias especies de cactáceas, entre ellas, las especies globosas *Mammillaria candida*, *Turbinicarpus laui* (apreciadas como plantas ornamentales en el mercado internacional) y tres cultivares de *Opuntia*. Durante la micropropagación de *M. candida* y *T. laui* se obtuvo la formación de callo pigmentado (Santos-Díaz y otros, 2005) indicativo de que están sintetizando compuestos del tipo de las betalainas (Figura 1a).

La formación de pigmento igualmente se observó en las suspensiones celulares (Figura 1b). Después de un largo proceso, también fue posible lograr la obtención de callos (Robles-Martínez y otros, 2016) de tres especies de *Opuntia*: *O. ficus indica* (cultivar Rojo vigor), *O. megacantha* (cultivar Rubi reyna) y *O. streptacantha* (cultivar Tuna loca) (figura 1c).

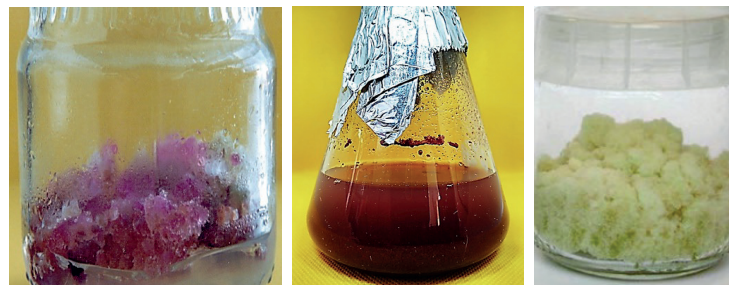


Figura 1. Aspecto de cultivos *in vitro* de cactáceas. a) callo de *M. candida*, b) suspensión de *T. laui* y c) callo de *O. ficus indica*

Para incrementar el contenido de compuestos bioactivos, los cultivos *in vitro* de *M. candida*, *T. laui* y de *Opuntia*, se expusieron a diferentes tipos de estrés. Ya que las cactáceas crecen en zonas con gran irradiación solar y están expuestas a patógenos, los cultivos se irradiaron con luz ultravioleta (UV) y se expusieron a quitosano, un componente de la pared de hongos que simula un ataque por patógenos.

Se observó que el nivel de fenoles, flavonoides y betalainas aumentó tres veces en los callos irradiados y seis veces en las suspensiones de *M. candida* expuestas a quitosano, en relación a la planta. En el caso de las suspensiones de *T. laui*, la actividad antioxidante se duplicó en las suspensiones expuestas a quitosano en relación a la planta. Por otro lado, los callos de *Opuntia* aumentaron la producción de compuestos fenólicos entre 1.3 y cinco veces, aunque su actividad antioxidante fue menor en relación a las cactáceas globosas (Reyes-Martínez y otros, 2019).

Con el fin de identificar los compuestos presentes en los cultivos *in vitro* de cactáceas se realizó un análisis cromatográfico



y espectroscópico de los extractos etanólicos. En los callos de *M. candida* se detectaron galocatequinas (epicatequin dimetil galato), derivados del ácido gálico (galoil rutinosa), derivados glucosilados (apigenin xilósido glucósido) y derivados del ácido quínico (ácido bis hidroxil cinamoil quínico) (Reyes-Martínez y otros, 2019).

Se ha descrito que la epigalocatequin galato y sus derivados son poderosos antioxidantes; la galoil rutinosa inhibe la peroxidación de lípidos (Romano & Lograno, 2009), los derivados glucosilados de apigenina poseen actividad citotóxica contra diferentes líneas celulares de cáncer humano (Papi y otros, 2013), y los derivados del ácido quínico atrapan radicales libres, actúan como defensa contra patógenos y son protectores contra la radiación UV (Sakihama y otros, 2002). El ácido quínico además es precursor de medicamentos contra la influenza (Federspiel y otros, 1999)

Los principales compuestos detectados en los cultivos de *T. laui* correspondieron a derivados del ácido cafeico, neo-betanina y derivados de luteolina (Reyes-Martínez y otros, 2019). Los derivados del ácido cafeico tienen actividad citotóxica contra varias líneas tumorales y bloquean la producción de especies reactivas de oxígeno (Banskota y otros, 2001) y los derivados de luteolina y neobetanina son potentes antioxidantes (Lu & Foo, 2001).

En el caso de los callos de las tres especies *Opuntia*, se detectaron cinco compuestos, siendo el ácido dihidrogalolil shikímico (DGS) el mayoritario (90%). Los otros compuestos

fueron epigalocatequin galato (EG), epigalocatequin glucósido (EGl), el ácido di-galoil-quínico (DGQ) y un derivado del ácido gálico (Camarena-Rangel y otros, 2020). A la fecha no se ha detectado la presencia de DGS en las pencas de nopal, por lo que los callos de *Opuntia* estarían sintetizando un compuesto nuevo con gran potencial farmacológico.

El DGS es un metabolito relevante ya que posee actividad antiviral contra el virus del sida (Nonaka y otros, 1990) y tiene actividad antimicrobiana (Kolodziej y otros, 1999). Por otro lado, el EG, EGl y DCQ poseen actividades antineoplásicas, antiinflamatorias, antioxidantes y neuroprotectoras (Singh y otros, 2011; Gonzalez-Alonso y otros, 2019; Ines y otros, 2011). Considerando que el ácido shikímico y el ácido quínico se usan como precursores en la síntesis del antiviral comercial Tamiflu® (Ghosh y otros, 2012; Rodrigues Zanello y otros, 2015), los callos de *Opuntia* podrían ser una alternativa para producir este antiviral. Asimismo, se podría estudiar su potencial actividad contra otros virus como el del SARS-CoV-2.

### 5.3.3. Actividades biológicas de metabolitos producidos por cultivos *in vitro* de cactáceas

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo, siendo la hipertensión arterial una de las más frecuentes. Dentro de los metabolitos con actividad vasodilatadora se encuentran los alcaloides, flavonoides



y ácidos fenólicos (Luna-Vázquez y otros, 2013). Ya que los cultivos *in vitro* de *M. candida* y *T. laui* sintetizan estos compuestos, se estudió si los extractos presentaban actividad vasodilatadora en anillos de aorta de rata.

Este sistema es poco costoso, se requieren menos animales para los análisis y permite evaluar en menor tiempo la actividad farmacológica de extractos vegetales. Los estudios se realizaron con extractos de callos irradiados y suspensiones expuestas a quitosano de *M. candida* y *T. laui*. Se observó que las aortas, previamente contraídas con fenilefrina, y tratadas posteriormente con extractos de callos irradiados de *M. candida* y extractos de suspensiones de *T. laui*, expuestas a quitosano indujeron una vasodilatación de 99 y 92%, respectivamente (Reyes-Martínez y otros, 2021).

Estos datos son prometedores, ya que por primera vez se describe la actividad vasodilatadora de compuestos generados por cultivos *in vitro* de *M. candida* y *T. laui*, abriendo nuevas líneas de investigación.

Por otro lado, la obesidad es considerada un problema de salud mundial y particularmente en el país afecta al 72% de la población. Se calcula que en el mundo existen alrededor de 650 millones de personas obesas (Reilly y otros, 2018). La obesidad involucra estrés oxidativo, procesos inflamatorios, y la hipertrofia (aumento de volumen de un tejido) e hiperplasia (aumento de tamaño) del tejido adiposo que favorece la conversión de pre-adipocitos en adipocitos (células que componen el tejido adiposo y se caracterizan por

tener la capacidad de almacenar gotas de grasa o lípidos en su interior) (Rosen & MacDougald, 2006).

Para estudiar el efecto biológico de los extractos de callos de *Opuntia* se usaron modelos de células animales. Los datos mostraron que los extractos de callos de *Opuntia* inhibieron entre 35 y 45%, la formación de especies reactivas de oxígeno. La actividad antiinflamatoria fue del 36% con extractos de *O. ficus indica*, 59% con los de *O. megacantha* y 68% con los de *O. streptacantha*. La actividad antiadipogénica (inhibe la formación de adipocitos) osciló entre 20 y 30%. En resumen, los callos de *Opuntia* sintetizaron compuestos con importante actividad antioxidante y moderada actividad antiadipogénica y antiinflamatoria.

De esta información se concluye que los cultivos *in vitro* de cactáceas pueden ser una fuente alternativa para la obtención de compuestos con actividad farmacológica, en condiciones controladas y sin dañar las poblaciones naturales.

## Referencias bibliográficas

- Adlercreutz, H. & Mazur, W. (1997). Phyto-oestrogens and Western diseases. *Annals of Medicine*, 29, pp. 95-120.
- Banskota, A., Tezuka, Y. & Kadota, S. (2001). Recent progress in pharmacological research of propolis. *Phytotherapy Research*, 15, pp. 561-571.
- Camarena-Rangel, N. G., Antunes-Ricardo, M., Gutiérrez-Urbe, J., Velarde-Salcedo, J., Barba de la Rosa, A. P. & Santos-Díaz, M. S. (2020). Identification of metabolites

- present in *Opuntia* callus and study of their antioxidant, anti-inflammatory and anti-adipogenic properties. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 143, pp. 31-43.
- Effert, T. (2019). Applications of plant callus cultures. *Engineering*, 5, pp. 50-59.
- Espinosa-Leal, C. A., Puente-Garza, C. A. & García-Lara, S. (2018). *In vitro* plant tissue culture: means for production of biological active. *Planta*, 248, pp. 1-18.
- Federspiel, M., Fischer, R., Hennig, M., Mair, H. J., Oberhauser, T., Rimmler, G., Albiez, T., Bruhin, J., Estermann, H., Gandert, C., Göckel, V., Götzö, S., Hoffmann, U., Huber, G., Janatsch, G., Lauper, S., Röckel-Stäbler, O., Trussardi, R., G. & Zwahlen, A. (1999). Industrial synthesis of the key precursor in the synthesis of the anti-influenza drug oseltamivir phosphate (Ro 64-0796/002, GS-4104-02): Ethyl (3R,4S,5S)-4,5-epoxy-3-(1-ethyl-propoxy)-cyclohex-1-ene-1-carboxylate. *Organic Process Research and Development*, 3, pp. 266-274.
- Ghosh, S., Chisti, Y. & Banerjee, U. (2012). Production of shikimic acid. *Biotechnology Advances*, 30, pp. 1425-1431.
- González-Alonso, J. L., Peñalver, P., Ballesteros, A. O., Morales, J. C. & Plou, F. J. (2019). Effect of  $\alpha$ -glucosylation on the stability, antioxidant properties, toxicity, and neuroprotective activity of (-)-epigallocatechin gallate. *Frontiers in Nutrition*, 6, article 30.
- Helmlin, H. J., Bourquin, D. & Brenneisen, R. (1992). Determination of phenylethylamines in hallucinogenic cactus species by high performance liquid chromatography with photodiode-array detection. *Journal of Chromatography*, 623, pp. 381-385.
- Ines, S., Ines, B., Wissem, B., Sghaier, B., Hayder, M., Dijoux-Franca, M. G., Kamel, G. & Leïla, C. G. (2011). *In vitro* antioxidant and antigenotoxic potentials of 3,5-O-di-galloylquinic acid extracted from *Myrtus communis* leaves and modulation of cell gene expression by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Journal of Applied Toxicology*, 32, pp. 333-341.
- Kolodziej, H., Kayser, O., Peter Latté, K. P. & Ferreira, D. (1999). Evaluation of the antimicrobial potency of tannins and related compounds using the microdilution broth method. *Planta Medica*, 65, pp. 444-446.
- Lema-Rumińska, J. & Kulus, D. (2014). Micropropagation of cacti - a review. *Haseltonia*, 19, pp. 46-63.
- Lu, Y. & Foo, Y. (2001). Antioxidant activities of polyphenols from sage (*Salvia officinalis*). *Food Chemistry*, 75, pp. 197-202.
- Luna-Vázquez, F. J., Ibarra-Alvarado, C., Rojas-Molina, A., Rojas-Molina, I. & Zavala-Sánchez, M. A. (2013). Vasodilator compounds derived from plants and their mechanisms of action. *Molecules*, 18, pp. 5814-5857.
- Nonaka, G., Nishioka, I., Nishizawa, M., Yamagishi, T., Kashiwada, Y., Dutschman, G., Bodner, A., Kilkuskie, R., Cheng, Y. & Lee, K. (1990). Anti-AIDS agents, 2: inhibitory effect of tannins on HIV reverse transcriptase and HIV replication in H9 lymphocyte cells. *Journal of Natural Products*, 53, pp. 587-595.
- Ortega-Baes, P. & Godínez-Álvarez, H. (2006). Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation*, 15, pp. 817-827.
- Papi, A., Farabegoli, F., Iori, R., Orlandi, M., De Nicola, G. R., Baggata, M., Angelino, D., Gennari, L. & Ninfalid, P. (2013). Vitexin-2-O-xyloside, raphasatin

- and (-)-epigallocatechin-3-gallate synergistically affect cell growth and apoptosis of colon cancer cells. *Food Chemistry*, 138, pp. 1521-1530.
- Pérez-Molphe-Balch, E., Santos-Díaz, M. S., Ramírez-Malagón, R. & Ochoa-Alejo, N. (2015). Tissue culture of ornamental cacti. *Scientia Agricola*, 72, pp. 540-56.
- Reilly, J. J., El-Hamdouchi, A., Diouf, A., Monyeki, A. & Somda, S. A. (2018). Determining the worldwide prevalence of obesity. *Lancet*, 391, pp. 1773-1774.
- Reyes-Martínez, A., Valle-Aguilera J. R., González, C. & Santos-Díaz, M. S. (2021). Vasorelaxant activity of metabolites present in *Mammillaria candida* and *Turbiniacarpus laui* in vitro cultures. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 147, pp. 9-20.
- Reyes Martínez, A., Antunes Ricardo, M., Gutiérrez Uribe, J. & Santos Díaz, M. S. (2019). Enhanced production and identification of antioxidants in *in vitro* cultures of the cacti *Mammillaria candida* and *Turbiniacarpus laui*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, pp. 2583-2595
- Robles-Martínez, M., Barba-de la Rosa, A. P., Guéraud, F., Negre-Salvayre, A., Rossignol, M. & Santos-Díaz, M. S. (2016). Establishment of callus and cell suspensions of wild and domesticated *Opuntia* species: study on their potential as a source of metabolite production. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 124, pp. 181-189.
- Rodrigues-Zanello. P., Koishi, A. C., Rezende-Júnior, C. O., Albuquerque-Oliveira, L., Pereira, A. A., Vieira de Almeida, M., Duarte-dos Santos, C. N. & Bordignon, J. (2015). Quinic acid derivatives inhibit dengue virus replication *in vitro*. *Virology Journal*, 12, article 223.
- Romano, M. R. & Lograno, M. D. (2009). Epigallocatechin-3-gallate relaxes the isolated bovine ophthalmic artery: Involvement of phosphoinositide 3-kinase-Akt-nitric oxide/cGMP signalling pathway. *European Journal of Pharmacology*, 608, pp. 48-53.
- Rosen, E. D. & MacDougald, O. A. (2006). Adipocyte differentiation from the inside out. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 7, pp. 885-96.
- Sakihama, Y., Cohen, M. F., Grace, S. C. H. & Yamasaki, H. (2002). Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology*, 177, pp. 67-80.
- Santos Díaz, M. S., Velásquez García, Y. & González Chávez, M. M. (2005). Producción de pigmentos por callos de *Mammillaria candida* Scheidweiler (Cactaceae). *Agrociencia*, 39, pp. 619-626.
- Santos-Díaz, M. S., Pérez-Molphe, E., Ramírez-Malagón, R., Núñez-Palenius, H. G. & Ochoa-Alejo, N. (2010). Mexican threatened cacti: current status and strategies for their conservation. In: Tepper, G. H. (ed.) *Species diversity and extinction* (pp 1-60). Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge.
- Singh, B. N., Shankar, S. & Srivastava, R. K. (2011). Green tea catechin, epigallocatechin-3-gallate (EGCG): mechanisms, perspectives and clinical applications. *Biochemical Pharmacology*, 82, pp. 1807-1821.
- Sutariya, B. & Saraf, M. (2017). Betanin, isolated from fruits of *Opuntia elatior* Mill attenuates renal fibrosis in diabetic rats through regulating oxidative stress and TGF- $\beta$  pathway. *Journal of Ethnopharmacology*, 198, pp. 432-443.

## CAPÍTULO 6

---

# Medicina tradicional en la Huasteca mexicana y Amazonía peruana

Mitos y verdades para un turismo comunitario

---

María de los Ángeles Tangoa Villacorta

Carmen del Pilar Suárez-Rodríguez

Beatriz Ramos-Zúñiga

Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León

*El arte de la medicina tradicional es entretener al turista mientras la naturaleza le da vitalidad y sanación.*

Natura Galeón

Los pueblos originarios de América y el mundo, se caracterizan por su conocimiento de las plantas y su uso para tratar y prevenir enfermedades, especialmente en comunidades rurales. Este conocimiento se asocia a prácticas culturales que resultan de interés para los turistas. Esta modalidad de turismo alternativo, se puede relacionar tanto con el turismo cultural como con el turismo de salud (Varisco, 2016).

Comprendiendo el turismo como las actividades que las personas realizan durante sus viajes y estancias en lugares diferentes a su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de descanso, ocio, por negocios y otros motivos; en este capítulo nos enfocaremos al turismo comunitario, que lo definiremos aquí como una forma de realizar turismo donde las comunidades rurales pueden dar a conocer las costumbres de su diario vivir y sus prácticas ancestrales.

Este tipo de turismo tiene una estrecha relación con la medicina tradicional, pues los turistas están interesados en costumbres de diferentes culturas, las actividades más importantes son las prácticas médicas ancestrales. Debido a la vinculación de trabajo nos enfocaremos en dos zonas del mundo: la huasteca potosina en la región central de México y en la Amazonía peruana. Transmitiremos las experiencias

y conocimientos relacionados con la medicina tradicional que podrían ser un atractivo para el turismo comunitario y también abordaremos actividades que hoy día representan atractivas actividades internacionales como sucede en la Amazonía peruana.

La zona huasteca está ubicada en el centro este de México e incluye los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Veracruz, además de otras zonas como Guanajuato, Puebla, Querétaro y Tamaulipas (figura 1). Esta región cuenta con poblaciones de origen teenek, náhuatl, pames, otomíes y huastecos o mestizos, entre otros. Lo que hace que se caracterice por ser un lugar de gran diversidad cultural que enriquece el conocimiento ancestral sobre del conocimiento tradicional de las plantas medicinales y sus usos, permitiendo tener experiencias de tradiciones ancestrales de medicina tradicional.



Figura 1. Zona huasteca (color rosa). Incluye a los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Puebla, Hidalgo, Querétaro y Veracruz (Fuente: Mapa de Wikipedia, the free encyclopedia).



San Luis Potosí es un estado rico en vegetación, posee una gran variedad de climas y por ende, múltiples nichos ecológicos. Así mismo existen grupos étnicos como los huastecos, Nahuas y Pames que cuentan con conocimientos sobre la herbolaria que forman parte de la medicina tradicional mexicana (Conabio, 2019). La región huasteca sur se localiza asentada en montañas y estribaciones de la Sierra Madre Oriental y planicies, con presencia de cañones y en fondos amplios de valles. Se caracteriza por el predominio de vegetación tipo selva alta y baja perennifolia. Con clima semicálido con abundante lluvia en verano (Plan Municipal de Desarrollo, 2018).

En toda la huasteca de México se pueden encontrar médicos y médicas tradicionales que realizan diferentes tipos de masajes, tratamientos con oraciones, barrido con un huevo que les sirve al médico o médica tradicional para diagnosticar o explorar el problema corporal que está presentando el paciente (López, 2020). Un ejemplo de ello es una médica tradicional que es sobadora o masajista en la huasteca hidalguense, quien con buen servicio y amabilidad da masajes a visitantes turísticos que llegan a su casa para aliviar malestares musculares debidos a golpes, estiramientos o cansancio (figura 2). Las pomadas que utiliza contienen diferentes extractos de plantas medicinales propias de la región, como madura zapote con nombre científico *c* y árnica (*Árnica montana*) con propiedades desinflamatorias, antibióticas y cicatrizantes.



Figura 2. Médica tradicional-sobadora o masajista de la huasteca hidalguense (mujer a la derecha de la foto). Sostiene una de las pomadas y una de las plantas que ésta contiene y que utiliza para dar masajes a visitantes turísticos que llegan a su casa, y que ella está disponible a atender.

Fotografía tomada por Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León.

También se puede encontrar en la zona de la huasteca potosina curanderos disponibles a recibir a grupos de personas visitantes deseosos de conocer sobre los diferentes tratamientos que ellos y ellas conocen para curar diferentes enfermedades físicas, emocionales y espirituales. En la figura 3 se muestra a un médico tradicional de la huasteca potosina



que está recibiendo en su casa a un grupo de estudiantes turísticos, quienes toman apuntes sobre diferentes aspectos de su proceder como médico tradicional, al explicarles sobre diferentes procedimientos que utiliza para curaciones físicas, emocionales y espirituales. También está disponible para ofrecer consultas individuales.



Figura 3. Visita de un grupo de estudiantes universitarios turísticos que viajaron a una comunidad de la Huasteca potosina para conocer sobre la medicina tradicional. Fotografía tomada por Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León.

El uso de plantas medicinales constituye una herramienta esencial para las parteras tradicionales, quienes se encargan de mantener y mejorar la salud del binomio madre e hijo durante el embarazo, parto y puerperio, y se presenta como

una alternativa para la atención obstétrica en la atención primaria, implicando conocimientos y prácticas que se relacionan con el contexto sociocultural.

Las parteras tradicionales juegan un papel muy importante para la salud de las embarazadas, debido a que es con ellas con quien se sienten en confianza por el ambiente cálido y familiar que ofrecen. Además, la saturación de los sistemas de salud afecta de manera considerable la calidad de la atención y dificulta el cuidado de la atención obstétrica; por esta razón, la partería tradicional es una alternativa viable para el cuidado de la mujer gestante. Debe destacarse que es la partera quien reconoce y atiende las complicaciones que, en muchas ocasiones, ponen en riesgo la vida del binomio madre e hijo, y que se lleva a cabo mediante el empleo del conocimiento empírico de las prácticas fitoterapéuticas, mediante el uso de plantas medicinales (Freyermuth y otros, 2018).

Dentro de esta gran diversidad de plantas utilizadas en la práctica fitoterapéutica se incluyen las plantas medicinales implementadas en la terapia obstétrica por las parteras; quienes siempre han sido las encargadas de dar atención a la mujer en la salud ginecológica, viendo la necesidad de estudiar y comprender la relación de las plantas medicinales con la práctica obstétrica. En un acercamiento realizado con las parteras de la región, con el propósito de conocer las plantas medicinales que emplean, durante las entrevistas realizadas se describió la planta del Soyo, por sus beneficios para la producción de leche materna durante el periodo del puerperio.

El Soyo es una planta nativa de la Huasteca potosina, que puede encontrarse dentro de los huertos caseros, familiares, solares o tierras de cultivo; pertenece a la familia de la *Ipomea sp.* (*Convolvulaceae*), forma biológica hierbas. Reconocida con su nombre náhuatl Soyo. Es un auxiliar en la secreción de leche materna cuando la posparturienta no secreta la cantidad adecuada de leche necesaria para el amamantamiento del neonato (Hernández, 2013).

Durante el embarazo, entre las recomendaciones nutricionales para un embarazo saludable, se recomienda el consumo de esta planta dentro del plato del buen comer, por su alto aporte de hierro, útil para el crecimiento, desarrollo y maduración del producto de la gestación, además de preparar a la mujer para la producción de leche materna y que exista una buena bajada de la misma para el inicio de la lactancia materna.

El modo de preparación de esta planta es utilizando las hojas (figura 4), en forma de alimento cotidiano. Puede prepararse mezclada con frijoles, incluyendo, además, cazuelitas de masa, o acompañada de elotes, esto es lo que actualmente se conoce como un nutracéutico. No requieren realizarse infusiones, té u otros, por lo cual es de fácil consumo. Otra forma de preparación del soyo es en la elaboración de tamales, mezclado con guiso de frijoles, carne de pollo y/o cerdo y mole, las cuales son comidas típicas de la región.



Figura 4. Hojas de soyo.  
Fotografía tomada por Beatriz Ramos-Zúñiga.

La preparación de esta planta no sólo es para el consumo de la mujer durante el embarazo o en periodo posparto. También es consumido por las familias de la región, ya que ambas preparaciones; con frijoles y en tamales, son dos platillos típicos de la región, sobre todo durante las estaciones

de primavera y verano, que son las épocas del año donde abunda esta planta, además de ser económica para su compra y se puede encontrar en los mercados típicos de la región. Por todo lo mencionado, estos platillos tradicionales y/o tratamiento nutracéutico para embarazadas representa un atractivo turístico rural.

Por otro lado, la selva peruana es la región menos densamente poblada (8%) de ese país. Sin embargo, goza de la mayor diversidad humana, ya que distintas etnias aborígenes hacen vida en ella. Puede afirmarse que es una región ecológicamente muy importante, dada la gigantesca biodiversidad que alberga; podría decirse que está bastante a salvo de las intromisiones de la población humana, sin embargo, la deforestación legal e ilegal es un peligro para la flora y la fauna que esta alberga (Minan, 2022).

Junto con el resto de la Amazonía, constituye uno de los grandes pulmones vegetales del planeta, encargados de la generación de oxígeno y la fijación de carbono necesarios para mantener estable la temperatura planetaria y sostener los márgenes de la vida animal y vegetal.

El Valle de Chazuta —ubicado al margen izquierdo del río Huallaga, a 45 kilómetros de la ciudad de Tarapoto, capital comercial de la región San Martín, Perú— es uno de los lugares donde aún sigue practicándose la medicina tradicional. El consumo de las plantas del monte es una tradición ancestral que generaciones anteriores nos legaron y fueron transmitiéndose vía oral, generación tras generación; sin

embargo, al entrar las farmacias al distrito, estos conocimientos fueron relegándose a un segundo plano y fueron depositados en algunas personas que siguen practicando la medicina tradicional o herbolaria tradicional.

Chazuta es un pueblo de cultura ancestral y milenaria; fue reconocido como patrimonio cultural el 5 de julio de 2012, mediante la Resolución Viceministerial N° 044-2012-VMP-CIC-MC, que expone:

Chazuta es un distrito amazónico ubicado en la provincia de San Martín, en el departamento del mismo nombre, a orillas del río Huallaga, a 6°36'15" de latitud sur y 76°10'30" longitud este. Qué la Dirección Inmaterial Contemporánea en el precitado informe señala como fundamentos de la declaratoria de la cerámica de Chazuta como Patrimonio Cultural de la Nación, los siguientes: Que la localidad antes mencionada se encuentra ubicada en una zona de larga historia [...] su manufactura ha sido siempre una actividad exclusivamente femenina y para ello se emplea insumos, herramientas, técnicas e iconografía cuyo origen se remonta al pasado prehispánico... por la transmisión generacional ininterrumpida de sus saberes, así como por sus valores estéticos y su significado social e identitario para su población (Peruano, 2012).

Chazuta es considerado por los académicos como un sitio para practicar el Turismo místico debido a que los pobladores siempre han sido asiduos a tomar distintas plantas medicinales para diferentes enfermedades y dolencias.



La ingesta de plantas medicinales, como el ayahuasca, hace posible la movilización del turismo regional, nacional e internacional. En el distrito se han implementado diversos centros alternativos para tomar este brebaje con efectividad psicotrópica (Concytec, 2022) como son: **Chacra Caracol**, cuyo propietario, el señor Heriberto Chujandama, tiene la amabilidad para mostrarnos y explicarnos el uso de cada planta medicinal que existe en su lugar de trabajo, como comúnmente es llamado aquí “su chacra”.

También puede encontrarse a **Purga Wasy**, propiedad del señor Javier Ojanama, heredero de una tradición ancestral cuyo padre fue conocido a nivel internacional: propios y foráneos venían hasta Chazuta a buscar a don Guillermo Ojanama para dietar y tomar su ayahuasca. Otro centro muy conocido se encuentra en la comunidad nativa de Llucanayacu, **Sacha Runa**; su propietario, el señor Aquelino Chujandama, orienta y personalmente da la purga y cuida a su paciente.

En el distrito existen otras personas aficionadas que emplean el Ayahuasca sólo como efecto psicotrópico para brindar a los turistas, sin embargo, esta actividad está penada por la ley, debido a que, como planta maestra que es, necesita ser convidada por alguien con los conocimientos ancestrales debidamente probados, ya que si quien lo ingiere se queda en lo que se le llama “el viaje”, este médico tradicional pueda hacer la regresión para que la persona no quede con efectos secundarios.

Para esto también existe una dieta estricta, que comentaron los médicos tradicionales, que dependerá del tiempo que

dispongan para ello: no comer ningún tipo de alimento que contenga azúcar (incluidas las frutas), no tener relaciones sexuales, no comer carne roja ni sal. Puede decirse que las plantas medicinales purifican totalmente el cuerpo, y esto no permite estas prohibiciones.

En la figura 5 *a)* puede observarse al médico tradicional Heriberto Chujandama realizando el icarado al ayahuasca para poder ser cortado, y en la *b)* una paila hirviendo para sacar el aceite o esencia del ayahuasca, para la posterior ingesta del brebaje.



Figura 5. *a)* Liana del Ayahuasca, *b)* Ayahuasca hirviendo a fuego lento. Fotografía tomada por María de los Ángeles Tangoa Villacorta.

Chazuta es un lugar mágico para diferentes actividades, donde sobresale la ingesta de una variedad de plantas medicinales. A continuación se mencionarán algunas.

En la figura 6 se muestran: *a)* chacruna, planta medicinal utilizada para curar huesos rotos, reumatismo y lisiaduras; *b)* wayar piri, sirve para tratar hemorragias vaginales muy fuertes; *c)* yawar panga o machacuy waska como es conocido por los pobladores de Chazuta, es un laxante o purgante que generalmente toman las personas que desean curarse del alcoholismo, y *d)* Zarza o zarza parrilla, que se toma para curar el cáncer en su etapa inicial, también ayuda a eliminar tumores internos.



Figura 6. *a)* chacruna, *b)* wayar piri, *c)* yawar panga o machacuy waska, y *d)* Zarza o zarza parrilla. Fotografía tomada por María de los Ángeles Tangoa Villacorta.

La figura 7 muestra tres plantas que se utilizan para curar el reumatismo y la artritis: *a)* shinguri sachá, *b)* ajo sachá macho, y *c)* uchu zanango.



Figura 7. *a)* shinguri sachá, *b)* ajo sachá macho, y *c)* uchu zanango. Fotografía tomada por María de los Ángeles Tangoa Villacorta.

La selva amazónica es mágica y enigmática, es por ello que los que aún cuidan de su legado ancestral se dedican a cuidar esos saberes para seguir compartiendo con los que tienen interés en ello. Para los practicantes de la medicina tradicional es importante que los investigadores ayuden a demostrar que las plantas no solo tienen poderes curativos porque así se imagina, sino que se demuestre que estas

plantas tienen propiedades curativas y efectos fitoquímicos. La Huasteca potosina y la selva Amazónica se encuentran con los brazos abiertos al mundo, hay mucho que disfrutar y conocer, no olvide traer consigo siempre manga larga, pantalones cómodos, zapatillas o tenis adecuados para un lugar tropical. El repelente lo puede comprar en el mismo distrito, hay repelentes orgánicos, fabricados por lugareños emprendedores, que no tienen efectos contaminantes para la naturaleza.

En la selva amazónica puede disfrutar de la aventura en el río Huallaga, de sus licores, paisajes majestuosos, como cataratas, baños termales, pesca artesanal, chocolates 100% orgánicos y que decir de la comida a base de frutas y verduras tropicales sembrados y cuidados por los agricultores de la zona.

## Referencias bibliográficas

- Conabio (2019). La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de estado. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad [versión digital]. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15102.pdf>.
- Concytec (2022). Acceso Libre a la Información Científica para la Innovación (Alicia). Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica del Gobierno de Perú. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM\\_a90c19a256bd243f1d6a971d52b0f25c/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_a90c19a256bd243f1d6a971d52b0f25c/Details).
- Freyermuth Enciso, G. (Coord.) (2018). *Los caminos para parir en México en el siglo XXI: Experiencias de investigación, vinculación, formación y comunicación*. Centro de Investigaciones y estudios superiores en Antropología Social. [https://omm.org.mx/wp-content/uploads/2020/09/Los-caminos-para-parir-en-Me%CC%81xico\\_Formacio%CC%81n\\_29nov\\_web.pdf](https://omm.org.mx/wp-content/uploads/2020/09/Los-caminos-para-parir-en-Me%CC%81xico_Formacio%CC%81n_29nov_web.pdf).
- Hernández Martínez, V. (2013). *Etnobotánica médica de los nahuas de la huasteca México*. Universidad de Barcelona. [https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/131995/01.VHM\\_TESIS.pdf?sequence=1](https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/131995/01.VHM_TESIS.pdf?sequence=1).
- López, M. (2020). Etnicidad y corporalidad en comunidades de la Huasteca Potosina: el Trazoly Dhiman talab. *Revista Corpo-grafías. Estudios críticos de y desde los cuerpos*, 7(7), pp. 146-159.
- Minan (2022). Plataforma de la Amazonía Peruana. Ministerio del Ambiente del Gobierno de Perú. <https://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/plataforma-de-la-amazonia-peruana>.
- Resolución Viceministerial N°044-2012-VMPCIC-MC: Declaran patrimonio cultural de la nación a la cerámica de Chazuta (28 de julio de 2012). *El Peruano, Diario Oficial de la República del Perú* (Normas Legales), pp. 471609-471610.
- Ayuntamiento de Tamazunchale (s.f.). Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. H. Ayuntamiento de Tamazunchale, SLP. <http://tamazunchale.gob.mx/wp-content/uploads/2019/10/PMD-TAMAZ-PARA-POE-10-1.pdf>.
- Varisco, C. A. (2016). Turismo Rural: Propuesta Metodológica para un Enfoque Sistémico. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 14(1), pp. 153-167. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2016.14.010>.







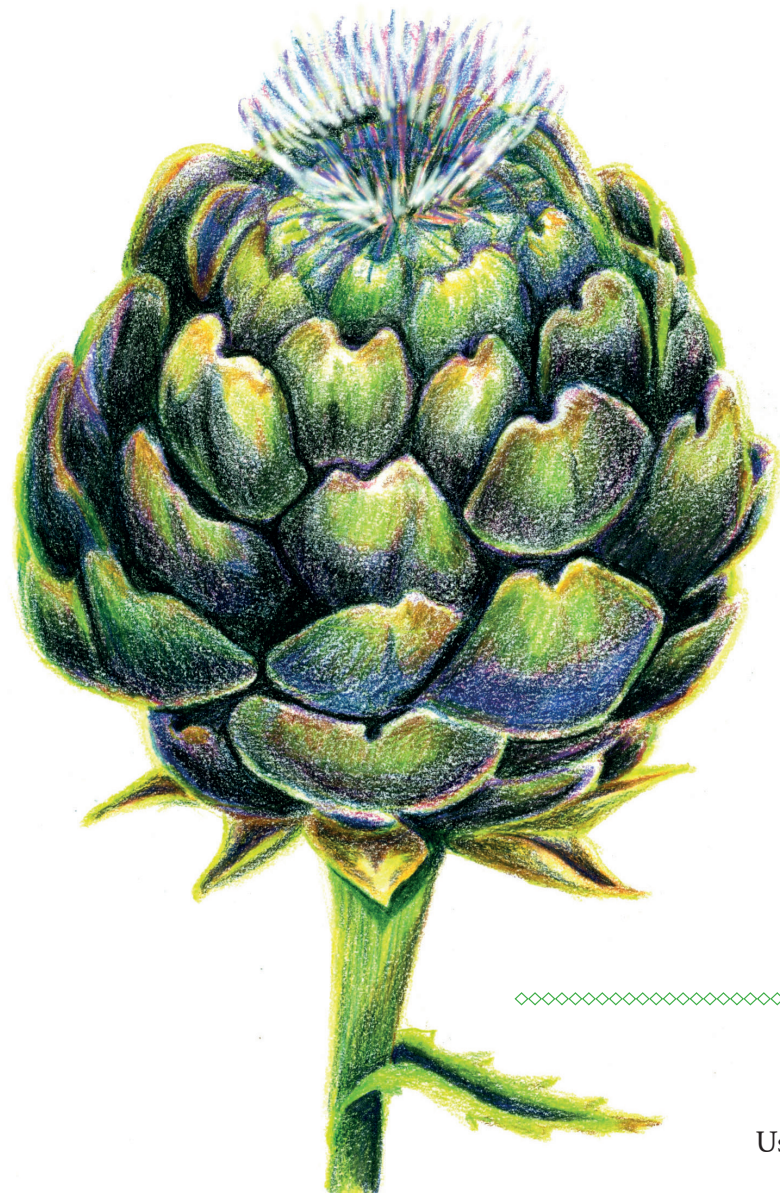
# **Plantas medicinales mexicanas\***



Ilustraciones: Rafael Jeshua Rivera Gallegos  
Edición de textos: Gabriela d'Arbel Carlos

\*Estas son solo algunas muestras de la gran cantidad de plantas medicinales existentes en México.





**Alcachofa**

*Cynara scolymus*

Usada para tratar problemas de hígado,  
es diurética y desinflama los riñones.





---

## Noni

*Morinda citrifolia*

Usado para las reumas y el dolor en articulaciones;  
es antiinflamatorio y antioxidante.





**Aceitilla**

*Acacia farnesiana*

El fruto crudo se come en ayuno; sirve contra los parásitos del estómago:  
Auxiliar en el tratamiento de diabetes, diarrea, colitis mucosa, disenteria e hipertensión.



---

### **Cempasúchil**

*Tagetes erecta*

Se utiliza para el control de la diabetes, ya que regula el nivel de azúcar en la sangre. Tiene propiedades desinflamatorias, antisépticas y para el empacho gástrico.



**Hierba de san Pedro**

*Acmella repens*

Ayudar con los síntomas de la malaria.



### Tejo del Pacífico

*Taxus brevifolia*

Algunos medicamentos para tratar el cáncer fueron aislados de esta planta.



**Hierba del pollo**

*Commelina coelestis*

Usada para tratar la conjuntivitis, como desinfectante de heridas y en hemorragias.





**Vinca rosea o Teresita**

*Catharanthus roseus*

Con propiedades antidiabéticas y para controlar la hipertensión.

Sus compuestos aislados se usan en el tratamiento de leucemia y otros tipos de cáncer.



### **Tlacopatli**

*Aristolochia* spp.

Auxiliara en el tratamiento de luxación de mandíbula.

Usada para tratar dolores reumáticos, de huesos y para problemas digestivos.



---

## Belladona

*Atropa belladonna*

Durante siglos, sus bayas se han utilizado en la medicina tradicional para tratar una variedad de síntomas, incluyendo dolor de cabeza, y menstruales, úlcera péptica, inflamación y la enfermedad de movimiento. Tiene propiedades calmantes y narcóticas. Se usa contra enfermedades nerviosas, asma y tosferina. Por ser venenosa, no debe usarse sin supervisión.





**Soyo**

*Ipomea sp.*

Es un auxiliar en la secreción de leche materna cuando la posparturienta no secreta la cantidad necesaria para el amamantamiento del neonato.

Es importante en la dieta de población de la zona Huasteca de San Luis Potosí.



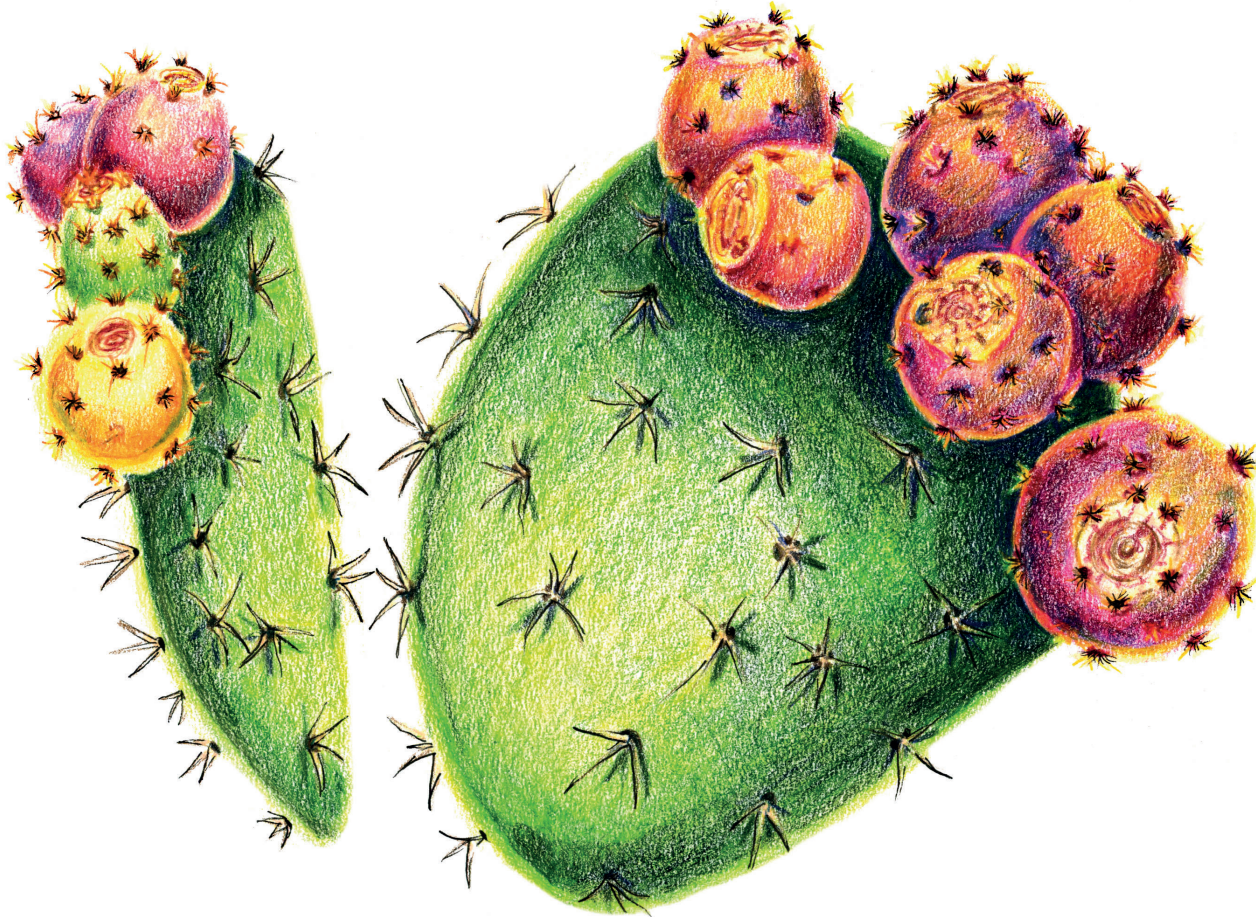
**Seca palo**

*Strathanthus quercicola*

El fruto, comido crudo y en ayunas, sirve contra de los parásitos del estómago, para mitigar efectos iniciales de la tuberculosis y a sanar granos, salpullido y rubéola.

Es eficaz en el tratamiento de la diabetes.





### Nopal (variedades)

*Opuntia*

Auxiliar en la disminución del nivel de azúcar en la sangre, así como el colesterol y los triglicéridos. Tiene propiedad diurética y ayuda a expulsar lombrices intestinales. Las pencas, cortadas por la mitad y calentadas, se aplican sobre abscesos para favorecer la apertura, sin necesidad de cortar, y reblandece la piel.



---

**Calliopsis o chispa**

*Coreopsis grandiflora*

Hipatoprotectivo y neuroprotectivo, mejora la circulación sanguínea y alivia várices inflamadas.





**Chirimoya**

*Annona cherimola*

Con gran valor nutritivo, es usada para controlar la diarrea y la disentería.

## **Colaboradores e institutos participantes:**

### **Facultad de Ciencias Químicas, UASLP**

María del Socorro Santos Díaz

Elisa Leyva Ramos

Erika G. Escobedo A.

Silvia E. Loredó Carrillo

Ma. del Carmen González Castillo

Aída Jimena Velarde Salcedo

Gabriela Navarro Tovar

### **Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca, UASLP**

Luis Jesús Castillo Pérez

Candy Carranza Álvarez

Juan José Maldonado Miranda

### **Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP**

Lluvia Itzel López López

Bertha Irene Juárez Flores

### **Coordinación Académica Región Huasteca Sur, UASLP**

Carmen del Pilar Suárez Rodríguez

Beatriz Ramos Zúñiga

Miriam Rubi de los Milagros Gamboa León

### **Universidad Intercultural de San Luis Potosí y Municipalidad Distrital de Chazuta:**

María de los Ángeles Tangoa Villacorta



El libro

*MEDICINA TRADICIONAL*

*Bases culturales y científicas*

editado por la Dirección de Fomento Editorial y Publicaciones

se terminó de imprimir en octubre de 2023

en los Talleres Gráficos Universitarios,

Av. Topacio esquina con Boulevard Río Española, Fracc. Valle Dorado

en la ciudad de San Luis Potosí.

el tiraje fue de 500 ejemplares

*Coordinación editorial:* Patricia Flores Blavier

*Diseño editorial e ilustraciones botánicas:* Rafael Jeshua Rivera Gallegos

*Ilustración de médicos tradicionales:* Ikram de Loera Torres

*Edición de texto de imágenes:* Gabriela d'Arbel Carlos

*Cuidado de la edición:* Brenda Mora Castillo,

Patricia Briones Zermeño, Cynthia Gisela Castillo Vargas







**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí



FACULTAD DE  
CIENCIAS  
QUÍMICAS  
UASLP



FACULTAD DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES  
ZONA HUASTECA



COORDINACIÓN  
ACADÉMICA  
REGIÓN HUASTECA SUR  
UASLP



INSTITUTO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ZONAS DESÉRTICAS  
UASLP



UICSLP

Los remedios de las abuelitas nos han acompañado durante muchas generaciones en México. Sin importar en dónde vivamos, desde pequeños hemos escuchado que un té de estafiate nos ayuda en los problemas estomacales, que untarnos árnica puede reducir la hinchazón y el dolor del cuerpo y que el ajo —comido o en té— puede contribuir a curar los catarros y la gripe.

Es el poder de la sanación de las plantas medicinales que hoy le hacemos llegar a través de este libro con imágenes producidas de manera original.

Aquí se conjunta conocimiento científico, medicina tradicional y cultura milenaria.

La selección de plantas que encontrará es parte de una búsqueda de años realizada por un grupo de investigadoras e investigadores que colaboran desde distintas regiones del estado con la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

Esperamos disfrutes este recorrido de plantas, ciencia y tradiciones.



DIRECCIÓN DE  
FOMENTO EDITORIAL  
Y PUBLICACIONES  
UASLP

Tecnología y  
ciencias aplicadas

ISBN-13: 978-607-535-353-1



9 786075 353531

