

Los alcaloides: escudos de las plantas

JULIA SARAHÍ BALAM DÍAZ

Unidad de Biología Integrativa, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 x 32 y 34, No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.
Jusabd_94@outlook.com

Te has puesto a pensar ¿cómo las plantas se defienden de los depredadores y/o factores que afecten su crecimiento? Una forma sencilla de evitar dichas amenazas es huir. Sin embargo, las plantas no pueden hacerlo, así que podemos imaginar que la evolución favoreció a los individuos que presentaron mejores mecanismos de defensa, por ejemplo, un escudo físico en forma de espinas o agujones o una defensa química, como la producción de sustancias tóxicas para su(s) atacante(s). Estas sustancias son conocidas como metabolitos secundarios y se usan como mecanismo de defensa para una amplia gama de atacantes incluyendo vertebrados, insectos, hongos, virus y bacterias.

Las plantas están obligadas a sobrevivir ante las condiciones que les plantea su entorno, sin moverse, y deben responder a tales situaciones para defenderse, crecer y reproducirse. Las plantas pueden ser atacadas por vertebrados, invertebrados, bacterias, hongos y virus; por ello cuentan con diferentes estrategias de defensas. Desde estructuras físicas como espinas y agujones o la síntesis de sustancias químicas, estas defensas reducen o evitan que la planta sea ingerida o atacada (Bennett y Wallsgrave 1994). La base bioquímica de la resistencia de plantas al ataque de patógenos se encuentra relacionada con la biosíntesis de metabolitos secundarios, los cuales son sintetizados como respuesta a las interacciones negativas con vertebrados, invertebrados, en especial insectos, u organismos microscópicos como bacterias, hongos y virus, pero también distintos tipos de estrés, por ejemplo: salinidad, sequía y calor.

Los metabolitos secundarios son compuestos químicos que cumplen funciones no vitales en las plantas. Mientras que el metabolismo primario incluye aquellos procesos químicos y sus productos que son vitales para sobrevivir, crecer y reproducirse. Incluye rutas como la fotosíntesis, glicólisis, ciclo del ácido cítrico, síntesis de aminoácidos, etc. Por su parte los metabolitos secundarios juegan un papel importante en la adaptación ante el estrés ambiental y la defensa contra depredadores y patógenos. Con relación a la cantidad, los metabolitos primarios son producidos en grandes cantidades y se encuentran en todas las partes de la planta (raíz, tallo y hojas) y los metabolitos secundarios se producen en pequeñas cantidades y en partes localizadas. En la actualidad se han aislado más de 20,000 metabolitos secundarios de las plantas con distintas propiedades químicas y efectos contra los herbívoros y patógenos.

Palabras clave: Argemone, Argemone mexicana, metabolitos secundarios, Papaveraceae.

@CICYoficial    



GOBIERNO DE
MÉXICO

Un ejemplo de metabolismo secundario son los alcaloides; que son compuestos nitrogenados sintetizados a partir de diferentes aminoácidos. El término alcaloide proviene de la raíz árabe alkali que hace referencia a su comportamiento químico similar al de las bases que tienen una consistencia jabonosa y sabor amargo.

En la flora de la península de Yucatán hay muchas plantas productoras de alcaloides, en especial, miembros de las familias Apocynaceae, Fabaceae, Magnoliaceae, Papaveraceae y Ranunculaceae. El cardo santo o chicalote (*Argemone mexicana* L., Papaveraceae) es bien conocido (Figura 1) y ha sido ampliamente empleado en la medicina tradicional mexicana y latinoamericana, debido a sus propiedades medicinales entre las que se destacan sus efectos antisépticos (sustancias antimicrobianas), antifúngicos (sustancia que evitar el crecimiento de algunos tipos de hongos o incluso de provocar su muerte) y narcóticos (sustancia que se usan para tratar el dolor). El género *Argemone* L. se distribuye en áreas cálidas y secas, principalmente en ambiente perturbados de los Estados Unidos de América y el norte de México (Shwarzbach *et al.* 1999). En el cardo santo se puede encontrar alcaloides bencilisoquinolinicos en todos sus órganos (Figura 2), protopina y berberina en las ramas, mientras que en la raíz y las

semillas se puede encontrar la sanguinarina. Otros alcaloides menores incluyen la queliantofolina, quelitrina, coptisima, criptopina, esculerina y estilopina (Argueta *et al.* 1994). ¿Cómo actúan los alcaloides contra los consumidores de plantas? Los alcaloides tienen un sabor amargo, y en el caso de animales e insectos, este amargor se asocia a la ingesta de sustancias tóxicas y esto evita el consumo de hojas y otras estructuras (un escudo químico).

El primer alcaloide identificado fue la morfina en 1804 por el farmacéutico alemán Friedrich Sertürner, en una planta del mismo género: *Papaver somniferum* L. (Sepúlveda *et al.* 2004). Desde entonces los alcaloides han recibido un especial interés debido a que presentan actividades biológicas en animales, incluyendo los seres humanos que se pueden aprovechar en el diseño de medicamentos (Mesa 2017). Es importante tener en cuenta que los alcaloides en medicina no son dañinos o benéficos por sí mismos, sino que depende de su uso. Un buen ejemplo es la morfina, una potente droga, pero más importante es su uso para inhibir el dolor después de una cirugía o como resultado de algunas enfermedades. Además, en exceso puede provocar fallas renales, pancreatitis o la muerte. Este es un ejemplo de como el ser humano utiliza (con cuidado) la biología de los seres vivos para su propio beneficio.



Figura 1. *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae), **A.** Hábito de la planta con flores y frutos **B.** detalles de las flores y fruto. (Fotografías: Alfredo Dorantes Euán).

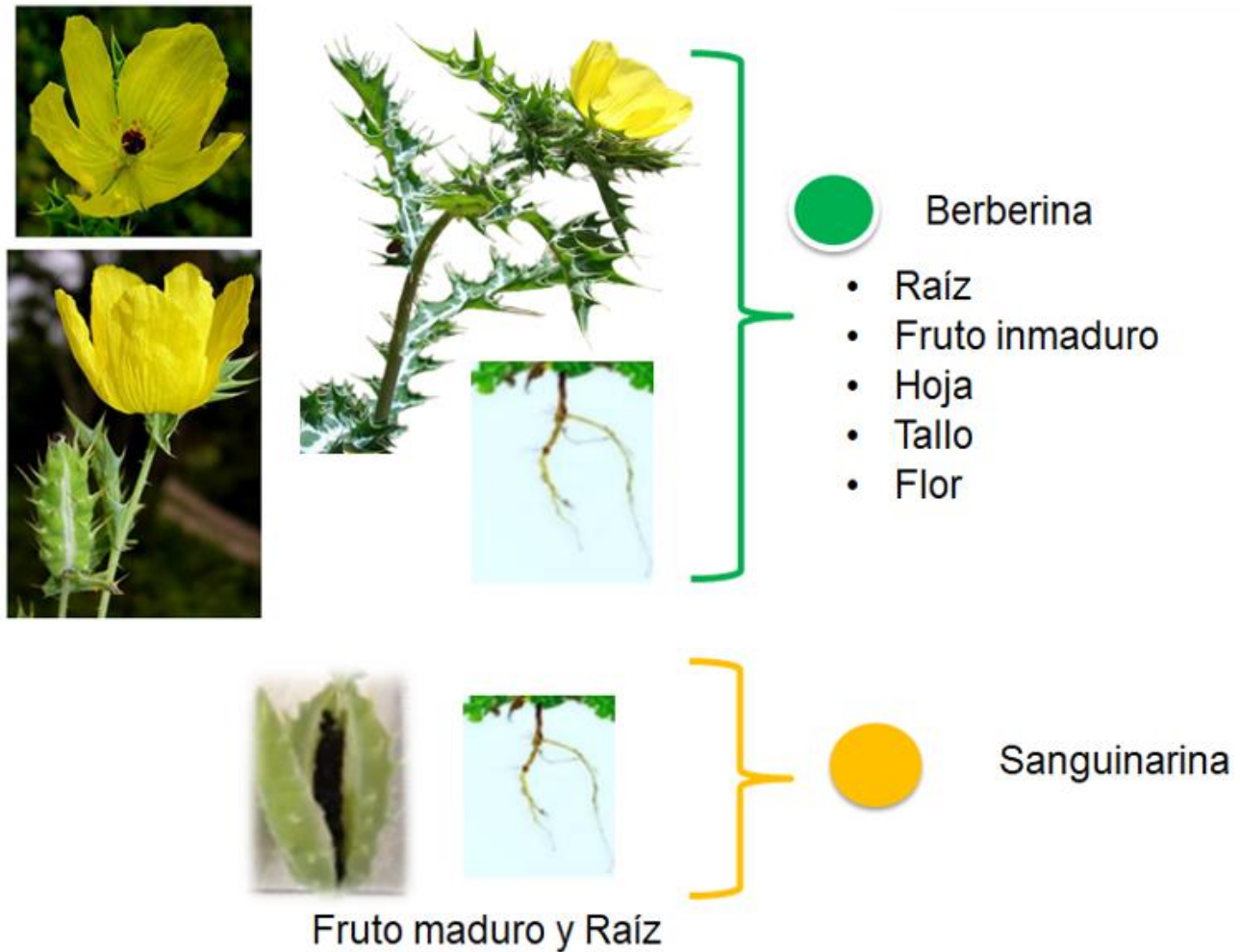


Figura 2. Acumulación de distintos alcaloides en *Argemone mexicana* L., Papaveraceae. (Imagen preparada por: Julia Sarahí Balam Díaz).

Agradecimientos: Al Dr. José Luis Andrade, investigador de la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, el cual impartió no una clase, sino una nueva forma de comprender que los conocimientos que aprendemos, también nosotros los podemos dar a conocer, le agradezco por instruirme y brindarme sus mejores conocimientos para toda la vida. A mis compañeros Manuela Emilia Salas Herrera y Narciso Cohuo Chan los cuales aportaron ideas para reestructurar mi documento.

Referencias

Argueta Villamar A., Cano Asseleih L.M., Rodarte M.E. y Gallardo Vázquez M.C. 1994.

Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. (Vols. 1-3). D.F. Instituto Nacional Indigenista. Biblioteca de la medicina tradicional mexicana.

Bennett R.N. y Wallsgrave R.M. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New phytologist* 127(4): 617-633. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1994.tb02968.x>

Gómez-Restrepo C., Bohórquez A., Pinto Masis D., Gil Laverde J. F., Rondón Sepúlveda M. y Díaz-Granados N. 2004. Prevalencia de depresión y factores asociados con ella en la población colombiana. *Revista Panamericana de Salud Pública* 16(6): 378-386.

Mesa Vanegas A.M. 2017. Una visión histórica en el desarrollo de fármacos a partir de productos

naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 48(3): 16-27

Schwarzbach A.E. y Kadereit J.W. 1999.
Phylogeny of prickly poppies, *Argemone*
(Papaveraceae), and the evolution of morphologi-

cal and alkaloid characters based on ITS nrDNA
sequence variation. *Plant Systematics and Evolution*
218, 257-279.

<https://doi.org/10.1007/BF01089231>

Desde el Herbario CICY, 16: 101-104 (23-mayo-2024), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Patricia Rivera Pérez y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 23 de mayo de 2024. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.