

La función biológica de los perfumes, sabores, purgantes y medicamentos de origen vegetal



Estructura química algunos metabolitos secundarios y las plantas de donde provienen. Terpenos, se muestran el mentol y limoneno que dan el olor característico de la menta y el limón. El capsidiol del tabaco lo protege contra el ataque de hongos patógenos. La digoxina se obtiene de *Digitalis lanata* y se emplea para tratar las arritmias cardíacas. Compuestos fenólicos, la pelargonidina y delphinidina son antocianinas que dan color a las flores. El ácido gálico de las hojas de el té tiene propiedades antimicrobianas y contra el cáncer. La catequina y el resveratrol de las uvas, en las plantas tienen funciones antimicrobianas, además se encuentran en el vino y en medicina se usan como anti-inflamatorios y para tratar el Alzheimer, respectivamente. Alcaloides, la cafeína del café, la nicotina del tabaco y la teobromina del cacao son estimulantes del sistema nervioso central. La capsaicina provoca la sensación de dolor al comer chile y se usa como analgésico. La morfina se obtiene de la amapola y se usa como un potente analgésico.

Dra. Verónica Lira Ruan,
Facultad de Ciencias, UAEM.

Invitada por
Dr. Agustín López Munguía Canales,
Investigador del Instituto de Biotecnología, UNAM,
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos.

Seguramente algunos de ustedes disfrutaron de una buena taza de café, de té o de chocolate en cualquier momento del día, particularmente por la mañana. Otros recordarán a algún ser amado al percibir un perfume a base de aromas de flores, de cítricos o de maderas. Todos reconocemos e incluso salivamos con el mero recuerdo del arsenal de hierbas de olor esenciales en la cocina como el tomillo, el orégano o el perejil, indispensables para lograr un buen sazón. ¿Quién en este país no se ha dado una buena enchilada, y quién no se ha maravillado de los brillan-

tes colores de nuestras frutas? Por otro lado, es muy probable que en una infinidad de ocasiones en nuestra vida, hayamos recurrido a una infusión de flores de manzanilla o de anís como primera opción para el alivio del malestar estomacal, o a una infusión de tila ante la falta de sueño. En concreto, además de que son parte esencial de la belleza que atribuimos a la naturaleza, y dejando de lado el hecho básico de que una inmensa variedad de ellas nos sirven de alimento, las plantas tienen también una intensa relación con nosotros a través de sus propiedades terapéuticas, de su olor, de su sabor y de su color. Estas propiedades van más allá de su papel como fuente de alimentos básicos (proteínas, carbohidratos, grasas,...) y se deben a la presencia en las plantas de sustancias químicas que se agrupan dentro del término "metabolitos secundarios". Como su nombre lo dice, los metabolitos secundarios son sustancias que no son "indispensables" para que las plantas realicen sus funciones esenciales o primarias, entendiendo por éstas su desarrollo, crecimiento y particularmente, su reproducción. Así, dentro de los "metabolitos primarios" se encuentran las proteínas, los lípidos, las vitaminas y los azúcares.

A pesar de que las plantas podrían completar su ciclo de vida sin los metabolitos secundarios, su síntesis les confiere ciertas ventajas para mejorar sus condiciones de vida y sobrevivir en un medio ambiente adverso y de mucha competencia. Como ya lo habrán notado, las plantas permanecen durante toda su vida en el lugar en el que germinaron (a menos que se lleven la maceta a otro lado), es decir, son organismos "sésiles", de ahí que requieran de herramientas para enfrentar y superar retos a los que se exponen constantemente por no poder moverse o echarse a correr. Imaginen una plantita en la montaña y la competencia con otras plantas por los recursos vitales como el espacio, el agua, los nutrientes del suelo y la luz del sol; además de la competencia, para poder sobrevivir requieren de herramientas para enfrentar periodos de condiciones ambientales adversas como la sequía, o las temperaturas extremas; también tendrán que arreglárselas para luchar con organismos herbívoros sin poder huir y resistir el ataque de bacterias y hongos patógenos. Durante la evolución, las plantas han desarrollado y perfeccionado una gran variedad de estrategias exitosas para hacer frente a estas contingencias que les han permitido sobrevivir. Algunas de estas estrategias se observan en la forma de crecimiento y en sus características físicas. Por ejemplo, los cactus del desierto almacenan agua en los tallos y echan largas raíces paralelas al suelo para captar eficientemente el agua y así sobrevivir en tiempos de

sequía, además de desarrollar espinas para disuadir a los herbívoros de morderlas. Las enredaderas pueden trepar y alejarse del suelo donde hay mucha sombra para alcanzar mayor cantidad de luz solar. Adicionalmente a estas adaptaciones, la producción de metabolitos secundarios ha sido una estrategia muy exitosa para que las plantas enfrenten con éxito las situaciones que comprometen su crecimiento y su vida. Las funciones de estos compuestos son tan variadas e importantes que una sola planta puede sintetizar más de 150 metabolitos secundarios diferentes. Según su naturaleza química los metabolitos secundarios se dividen en tres categorías principales: los terpenos, los compuestos fenólicos y los alcaloides (Figura 1). A pesar de estos nombres tan extraños en realidad se trata de sustancias que nos resultan muy familiares. Los aceites esenciales de la menta, el eucalipto y los cítricos, por ejemplo, deben su olor y sabor a los terpenos presentes en ellos. Los terpenos protegen a las plantas de los herbívoros debido a que su sabor amargo y su olor los disuaden de consumirlas. Además, algunos de ellos son tóxicos e incluso mortales. Muchos terpenos son la base de los repelentes de insectos que usamos los humanos, y en este sentido podría decirse que aprendemos de la función biológica que desarrollaron las plantas para protegernos nosotros también. Algunas plantas se defienden de forma aun más sofisticada, ya que cuando son atacadas por un herbívoro, liberan terpenos volátiles que funcionan como atrayentes de enemigos naturales del herbívoro, como pueden ser insectos y esto tiene como consecuencia que la planta se libere de su depredador. Los terpenos presentes en los aceites esenciales del clavo, la canela y el tomillo tienen propiedades antisépticas y protegen a las plantas de las bacterias. Hay otros terpenos cuyos efectos en los mamíferos pueden resultar mortales porque alteran el músculo cardíaco: este es el caso de las hojas de la planta *Digitalis purpurea*, que produce digoxina y digitoxina, dos metabolitos secundarios muy efectivos para alterar el ritmo cardíaco. Estos productos naturales en bajas dosis constituyen el principio activo de medicamentos que se usan para tratar las arritmias cardíacas. Hay otros terpenos con funciones médicas como el Taxol que se usa para combatir el cáncer; se calcula que el 60% de los medicamentos contra el cáncer y el 75% de los que se usan para combatir infecciones virales y bacterianas provienen de terpenos vegetales.

Los fenoles o compuestos fenólicos son un segundo grupo de metabolitos secundarios muy diverso en cuanto a la estructura química y sus funciones en las plantas. Los más fáciles de identificar para el lector son las *antocianinas*, pues se trata

de las moléculas encargadas de dar el color azul, púrpura y rojo a las flores, los frutos y a algunas hojas. Las funciones de las antocianinas en la planta son variadas: algunas funcionan como moléculas protectoras contra los rayos ultravioleta, otras por sus colores son atrayentes para los insectos que traen el polen para fecundarlas (polinizadores) o que se llevan y dispersan sus semillas. Otros fenoles tienen actividades alelopáticas, es decir, que inhiben la germinación o el crecimiento de plantas competidoras en las cercanías de la planta que las produce. Un ejemplo muy conocido de esta estrategia es el del eucalipto: si ustedes se fijan bien, alrededor de un eucalipto no van a encontrar pasto ni otras plantas, debido a la secreción de fenoles por las raíces del eucalipto. Otros compuestos fenólicos muy conocidos son los taninos, que son moléculas que se caracterizan por tener un sabor amargo y seco. Los herbívoros como las vacas o los borregos evitan comer plantas que tienen altos contenidos de taninos en las hojas. En concentraciones elevadas los taninos son tóxicos para los herbívoros, reducen su crecimiento y su sobrevivencia. Los taninos son abundantes en los frutos inmaduros y por ello es que resultan amargos. A los humanos nos gustan las frutas con un grado bajo de taninos, como las manzanas, las uvas y las fresas. En el caso de las uvas, los taninos pasan al vino convirtiéndose en uno de los atributos con los que se evalúa su sabor: Los compuestos fenólicos del tipo de los flavonoides. El tercer grupo de metabolitos secundarios es probablemente el más conocido por la población. Se trata de los alcaloides, que son las moléculas activas que se encuentran en la mayoría de las drogas que consumen los humanos. Los alcaloides resultan tóxicos para los herbívoros, ya que la mayoría de ellos ejerce la acción defensiva actuando sobre el sistema digestivo, respiratorio y/o nervioso del depredador. Es por esta razón que los efectos de los alcaloides en los mamíferos son muy variados y pueden ir desde un simple mareo y náuseas, hasta la parálisis muscular y la muerte. Aunque hay organismos que pueden alimentarse de plantas con alto contenido de alcaloides sin que les

afecte. Se ha sugerido que algunos alcaloides tienen propiedades alelopáticas y existe la hipótesis de que los alcaloides puedan ser una forma no tóxica para las plantas de moléculas que en otra conformación química sí lo serían. Lo que es un hecho es que los efectos fisiológicos de los alcaloides en los seres humanos han permitido desarrollar múltiples aplicaciones a lo largo de la historia. Muchos alcaloides son la base de medicamentos muy efectivos como la morfina y la heroína -que se deriva de ella-, ya que se trata de potentes analgésicos muy necesarios en medicina; ambos provienen del opio que tiene como bien sabemos, una larga historia de uso como droga "recreativa" que genera somnolencia y alucinaciones, y en muchos casos, también la muerte. Los mexicanos somos adictos a otro alcaloide conocido como capsaicina, que es la sustancia responsable de hacer que los chiles piquen. Además de su muy extendido uso en la cocina, la capsaicina se usa como analgésico, ya que bloquea los receptores del dolor y aparentemente también tiene efectos contra el cáncer. La función de este metabolito secundario es obvia: evitar que los herbívoros ataquen a las plantas, aunque eso no funciona contra los mexicanos. Finalmente, en esta categoría están otros alcaloides que también son considerados como drogas, porque alteran el sistema nervioso y provocan adicción, pero que, curiosamente son de uso legal y muy populares. Se trata de la cafeína, la nicotina y la teobromina, de los que hablábamos al principio porque son los responsables de que el café, el tabaco y el chocolate, respectivamente, resulten estimulantes del sistema nervioso central y adictivos. Estas sustancias, como muchos otros alcaloides en dosis elevadas pueden causar la muerte.

En resumen, las plantas han generado un nutrido y variado arsenal químico para defenderse de sus depredadores y patógenos y también para asegurar su éxito reproductivo al atraer polinizadores y dispersores de semillas. Además de su función en las plantas, estas sustancias han resultado muy útiles para la humanidad, tanto para su bienestar como en contra de su salud; esto depende solamente de su uso y dosificación.

La Dra Katerina Lira es bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Puebla, y Doctora en Ciencias Biomédicas de la UNAM. Dirige el Laboratorio de Fisiología y Desarrollo Vegetal de la Facultad de Ciencias de la UAEM desde el 2006 y es miembro del SNI en el nivel I. Su formación académica se ha centrado en la biología vegetal, habiendo incursionado desde la licenciatura en el estudio de las hemoglobinas vegetales, la expresión de sus genes y sus posibles funciones, y más tarde en el desarrollo de raíces laterales en plantas superiores. En la actualidad su trabajo de investigación está enfocado al estudio de la síntesis y funciones del óxido nítrico en las plantas usando como modelo el musgo *Physcomitrella patena*. Imparte el curso de Biología general y de Fitobiología en la Licenciatura en Ciencias de la UAEM.

Dr. Agustín López Munguía Canales,