



La tierra conquistada del árbol del flamboyán se debe a la liberación de pequeñas moléculas llamadas en conjunto metabolitos secundarios

# Alelopatía vegetal: las sutiles señales químicas de una estrategia de destierros y conquistas

IVÁN DE LA CRUZ CHACÓN

## Introducción

¿Por qué algunas plantas están en mayor número que otras? ¿Por qué algunos árboles parecen impedir el crecimiento de sus semejantes u otros ser más solidarios y dar cabida a otras plantas? ¿Por qué el eucalipto y el flamboyán tiene la fama de desterrar a otros árboles?

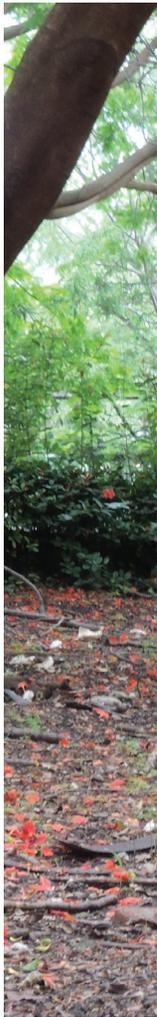
Algunas de estas preguntas encuentran respuestas en un fenómeno químico-biológico conocido como **alelopatía** o en complejos procesos de **competencia** o en una mezcla de ambas, estas posibilidades no son más que la consecuencia de la incapacidad de las plantas de desplazarse y de la condición natural de compartir los recursos y organismos benéficos de su hábitat. Esta nota se centrará en el fenómeno de alelopatía vegetal con algunos principios y ejemplos y será la tentativa para que el lector busque una explicación a las provocaciones iniciales. La alelopatía involucra moléculas especiales que influyen, para bien o para mal, en el desarrollo y sobrevivencia de otras plantas y microorganismos que comparten el mismo hábitat [1]. La alelopatía también sucede con algas, bacte-

rias y hongos, el descubrimiento de las penicilinas es un contundente ejemplo de alelopatía de hongos que no permiten el crecimiento de bacterias a su alrededor.

## Los fundamentos de la alelopatía

Los humanos prestamos mucha más atención a las imágenes y sonidos que a las percepciones olfativas. Vivimos básicamente por lo que nuestros ojos y oídos captan y tendemos a ser ajenos a la mayoría de las emisiones químicas que inundan nuestro entorno. Sin embargo, estas emisiones son ubicuas y numerosas. Otros organismos, como las plantas, los insectos y los microorganismos se relacionan regularmente con moléculas entre ellos, con otras especies y en general con su ambiente. Todos los organismos emiten sustancias químicas y todos, en sus respectivas formas, terminan respondiendo a "la química" de otros. El resultado es una vasta interacción química comunicativa, fundamental para el tejido de la vida [2,3].

Estas sustancias son las responsables del olor, el sabor, el color, la toxicidad y a veces de la consis-



## Las moléculas que participan en la alelopatía son nombradas como aleloquímicos y son de una asombrosa variedad estructural, casi como el número de personas que asisten al zócalo de la Ciudad de México a un concierto

tencia de los tejidos vegetales. Son pequeñas moléculas conocidas como metabolitos especializados o metabolitos secundarios cuya formación sucede en circunstancias y sitios especiales de la planta [4]. Además, son el motivo por el cual a algunos nos gusta la vainilla, el café y el olor de las flores o nos disgustan los brócolis, los ajos y las cebollas; o del porqué algunas son plantas tóxicas y otras medicinales.

Estas moléculas permiten que las plantas puedan contrarrestar el ataque de enemigos (plagas, herbívoros y otras plantas) y atraer organismos benéficos (polinizadores y dispersores, por ejemplo). Su producción es una estrategia que se ha perfeccionado durante miles de millones de años y es un reflejo de la historia evolutiva vegetal [4].

Particularmente, las moléculas que participan en la alelopatía son nombradas como aleloquímicos y son de una asombrosa variedad estructural, casi como el número de personas que asisten al zócalo de la Ciudad de México a un concierto.

Los aleloquímicos pueden regular de forma positiva o negativa el desarrollo vegetal, incluyendo la germinación y el establecimiento de plántulas, afectando algún proceso fisiológico y/o metabólico (división celular, fotosíntesis, respiración, biosíntesis de proteínas y ácidos nucleicos). Los efectos negativos alelopáticos son los más evidentes y estudiados [1,5].

Los aleloquímicos pueden fluir de las hojas y ramas por volatilización o desprenderse lentamente con la lluvia (lixiviación), ser secretados por las raíces (exudación) o través de heridas o esperar a la descomposición de la hojarasca en el suelo. El fenómeno alelopático sucede principalmente en el suelo en donde los aleloquímicos se acumulan y cuando las raíces y semillas de las otras plantas entran en contacto con estas sustancias, pueden absorberlos

y transportarlos a su interior, en donde terminan por afectar su desarrollo [1,5].

### Consecuencias biológicas y ecológicas de la alelopatía: casos de estudio

El “fenómeno *Salvia*” es un ejemplo alelopático muy conocido, fue descubierto en zonas semidesérticas del sur de California en EUA. Los matorrales del arbusto aromático *Salvia leucophylla* están rodeados de zonas de hasta tres metros libres de plantas. Este fenómeno se atribuye a la capacidad de las hojas de la *salvia* de liberar moléculas fragantes, especialmente el 1,8-cineol y el alcanfor. Estas pequeñas moléculas de 10 átomos de carbono se **adsorben** en el suelo alrededor de la *salvia* e impiden la germinación y el crecimiento de otras hierbas [5,6,7].

Los nogales (*Juglans nigra* y *J. regia*) son quizás las plantas alelopáticas más antiguamente documentadas, sus hojas, raíces y frutos producen y liberan una molécula incolora llamada juglona que se oxida con el aire o al contacto con los componentes del suelo dando origen a la juglona, un compuesto colorido amarillo-naranja. La juglona se acumula en el suelo y provoca que las plantas vecinas se marchiten y mueran [5,8]. La juglona tiene baja solubilidad en agua y no se dispersa fácilmente en el suelo, pero un “micromontocito” de juglona en un puñado de tierra basta para que la molécula ejerza su “maléfico” efecto, esta proporción que no llega a ser ni la décima parte del tamaño de un grano de sal, es capaz de aniquilar plántulas e impedir la germinación de semillas de varias especies.

En un “micrograno” de juglona caben aproximadamente 602 mil billones de moléculas que inhiben la fotosíntesis y la respiración de las plantas y con ella la reducción de la producción de energía. La mala fama del nogal se ha expedido como un



“meme”, a tal grado que no hay sustancia más temida por los jardineros que la juglona, sin embargo, no es para tanto, para que este aleloquímico despliegue su efecto debe conjuntarse varias condiciones, ser una de las plantas sensibles (jitomate, papa, alfalfa, etc.), exceso de tejidos descompuestos de nogales que alcancen concentraciones nocivas, suelos con poca materia orgánica, baja microbiota y escasa aeración [8].

También hay fenómenos de alelopatía negativa indirecta y sucede cuando una planta inhibe el crecimiento de microorganismos benéficos para otras plantas, por ejemplo, a las bacterias que ayudan a las plantas a nutrirse con nitrógeno, fósforo y potasio.

Existe interacciones alelopáticas positivas, en las cuales los aleloquímicos son inocuos para las plantas pero inhiben el crecimiento de bichos microscópicos que causan enfermedades, por ejemplo, la familia de las crucíferas (brócolis, repollos y mostazas) liberan moléculas amargas (al gusto del humano) llamadas glucosinolatos que se rompen en azúcares y potentes moléculas tóxicas (isoticianatos) que inhiben varios hongos fitopatógenos. Hay aleloquímicos con efectos estimulantes e inhibidores simultáneos, por ejemplo, los compuestos de la cáscara del arroz silvestre de América (*Oryza glumaepatula*) estimulan el crecimiento de los brotes de la hierba *Eclipta* pero inhiben el crecimiento de las raíces de la lechuga.

El estudio de la alelopatía vegetal posibilita empezar a conocer el éxito de los policultivos, por ejemplo, en la milpa, se sabe que los exudados de las raíces del maíz, el frijol y el camote inhiben el crecimiento de algunas “malezas” pero permite el crecimiento de otras hierbas comestibles conocidas como quelites (por ejemplo, verdolagas, huazontle, nabos y romeritos) [9]. El conocimiento alelopático, además permite plantear la posibilidad de desarrollar tecnologías para elaborar herbicidas naturales como alternativa a las fórmulas sintéticas como el glifosfato.

### Conclusión

Las plantas utilizan moléculas químicas que les permiten interactuar con su entorno, en particular con

otras plantas y microorganismos. La alelopatía explica algunas veces el dominio de las plantas, la formación de comunidades vegetales y la productividad de los cultivos. Estas sutiles, amargas, tóxicas e inasibles señales alelopáticas son la ingeniosa y poderosa estrategia química con la que las plantas han estado adaptando su historia de vida.

### PARA CONOCER MÁS

[1] Anaya Lang, A.L. (2003). *Ecología Química*. Editorial Plaza y Valdés. Universidad Nacional Autónoma de México. Alelopatía. 255-298.

[2] Anaya Lang, A. L., y Espinosa García, F. J. (2006). *La química que entreteteje a los seres vivos*. Ciencias, Ciencias 83:4-13

[3] Eisner, T. and J. Meinwald (eds). (1995). *Chemical ecology: the chemistry of biotic interaction*, National Academy Press 214 pp

[4] González Esquinca AR, De la Cruz Chacón I. Castro-Moreno M. 2015. Metabolitos Secundarios. En Anaya AL, Espinosa García FJ y Reigosa Roger MJ. (Eds.) *Ecología Química y Alelopatía: avances y perspectivas*. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Plaza y Valdés Editores. Ciudad de México. Págs 69-129.

[5] Whittaker, R. H., & Feeny, P. P. (1971). Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science*, 171(3973), 757-770.

[6] Reigosa M. J., Pedrol N., González L. (2003). *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Springer Netherlands. Págs. 392

[7] Muller, C. H. (1966). The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. *Bull. Torrey Bot. Club* 93: 332-351.

[8] Rietveld W. J. (1983). Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. *Journal of Chemical Ecology*, 9(2), 295-308.

[9] Castillo, R. G. (2005). Potencialidades de maíz, millo y girasol como cultivos alelopáticos para el control de malezas. *Fitosanidad*, 9(3), 23-26.

### DEL AUTOR

Dr. Iván de la Cruz Chacón. ivan.cruz@unicach.mx  
Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Existe interacciones alelopáticas positivas, en las cuales los aleloquímicos son inocuos para las plantas pero inhiben el crecimiento de bichos microscópicos que causan enfermedades

