



# El arma secreta de los insectos

POR CLAUDIA AZUCENA DURÁN RUIZ Y ALMA ROSA GONZÁLEZ ESQUINCA

Los insectos, al igual que todos los seres vivos, se encuentran expuestos a diversos factores como el calor, el frío, la lluvia, la sequía, la falta de alimento y, entre los más importantes, el ser un delicioso banquete para otros organismos. Por ello, tienen diversas estrategias para evitar a los depredadores: se desplazan, vuelan, saltan, tienen formas o colores semejantes a otros seres vivos (mimetismo), mandíbulas poderosas, espinas en el cuerpo, uñas lacerantes, e incluso “se hacen los muertos”. Y aunque estas habilidades funcionan, algunos insectos también se distinguen por tener una estrategia sorprendente: la defensa química. Ésta incluye la participación de pequeñas moléculas conocidas en el lenguaje científico como metabolitos secundarios. Estas moléculas son producidas por las plantas (y algunos otros organismos, como los hongos o los corales marinos) como defensa contra sus depredadores, y forman parte de la comunicación química de estas con su entorno.

En medio de las interacciones químicas entre plantas e insectos, algunos de estos últimos han desarrollado mecanismos que les permiten aprovechar los metabolitos secundarios de las plantas como una fuente importante de moléculas tóxicas que pueden almacenar o “secuestrar” en el cuerpo, y usarlas como la fórmula principal de su defensa frente a los depredadores. Es decir, un insecto puede utilizar los compuestos químicos que una planta produce para defenderse, almacenarlos en su cuerpo y usarlos después para disuadir a los depredadores de comérselos. La eficiencia de este tipo de estrategia se ha podido observar en animales depredadores de insectos, como hormigas, ciempiés,



arañas, escarabajos, lagartijas, aves y mamíferos pequeños, ya sea para disuadirlos o intoxicarlos.

El “secuestro” de los químicos tóxicos de las plantas por parte de los insectos no podría suceder si no hubieran desarrollado tolerancia a su toxicidad. Esto es posible gracias a la presencia de múltiples adaptaciones fisiológicas y morfológicas, entre ellas las estructuras especializadas para su almacenamiento. Las moléculas “secuestradas” pueden ser almacenadas y transpiradas a través de glándulas secretoras.

## Secuestro de metabolitos secundarios

Las mariposas son el grupo de insectos en el que más se ha reportado el “secuestro” de metabolitos secundarios. Un clásico ejemplo es el de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), cuyas orugas se

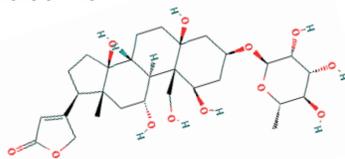
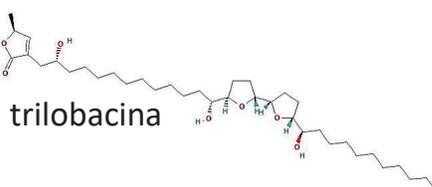
**Figura 1.** Reacción de un arrendajo azul después de ingerir mariposas monarcas. A) Mariposa monarca (*Danaus plexippus*). B) Arrendajo alimentándose de las monarcas. C) Misma ave vomitando después de comer a las monarcas. Imágenes adquiridas y modificadas de Rice (2017)[<sup>2</sup>].



© Katja Schulz

*Oncopeltus fasciatus*

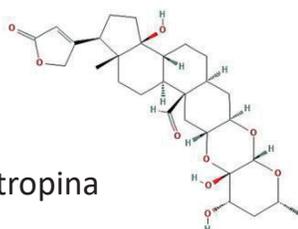
## ouabaina

*Protographium marcellus*

## trilobacina

© Alastair  
Rae*Poeciloceris bufonius*

## calotropina



**Figura 2.** Ejemplos de moléculas almacenadas por insectos. Las estructuras químicas fueron tomadas de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> y las imágenes de los insectos de [naturalista.mx](http://naturalista.mx)

alimentan de las hojas de la planta comúnmente conocida como quebramuelas (*Asclepias curassavica*), que contiene cardenólidos, sustancias tóxicas para diversos herbívoros, incluyendo mamíferos grandes. Estas moléculas son ingeridas por las orugas y retenidas durante su desarrollo para luego almacenarse en el cuerpo y alas de las mariposas. La presencia de cardenólidos en las mariposas monarcas les confiere una protección efectiva porque actúan sobre el sistema nervioso de sus depredadores, provocándoles vómito, por lo que estos prefieren no comerlas para evitar esa desagradable reacción (figura 1) [1]. Las monarcas no son los únicos insectos capaces de ingerir y almacenar los cardenólidos de la quebramuelas, otro ejemplo son las chinches del algodóncillo *Oncopeltus fasciatus* (figura 2) [3].

Los árboles de la familia de las anonáceas, como la papaya (*Annona macrophyllata*) y la guanábana (*A. muricata*), producen acetogeninas, moléculas conocidas por su potente toxicidad. Sin

embargo, las mariposas cebracola de golondrina (*Protographium marcellus*) (figura 2), ingieren las hojas de especies de anonáceas, como las de la paw paw (*Asimina triloba*) [4] y las almacenan en sus tejidos. Por ello, se cree que la presencia de estas moléculas es utilizada para evitar su depredación.

Algunos insectos emiten señales de advertencia cuando están frente a una amenaza, liberando sustancias químicas a través de glándulas secretoras, que pueden localizarse en diferentes regiones de su cuerpo. Por ejemplo, los escarabajos del género *Oreina* y *Platyphora* son conocidos por alimentarse de algunas plantas de la familia de las asteráceas para “secuestrar” los alcaloides de pirrolizidina; así también, los escarabajos *Chrysochus* almacenan los cardenólidos del algodóncillo (*Asclepias*) para usarlo si se encuentran en peligro. En los tres casos las moléculas son liberadas como parte de una sustancia secretada en forma de gotitas, a través de poros localizados en la superficie dorsal de sus cuerpos. [5,6]

La polilla *Utetheisa ornatrix* también almacena alcaloides de pirrolizidina y se ha comprobado que frente a una amenaza los libera en forma de espuma en las partes laterales del tórax (figura 3). Estos alcaloides son adquiridos durante su alimentación con las semillas de las hierbas del género *Crotalaria* [7], al que pertenece el muy conocido y apreciado chipilín chiapaneco.

Otro insecto que también disuade a sus depredadores valiéndose de la defensa química es el saltamontes *Poeciloceris bufonius* (figura 2). Este animal libera del cuerpo una solución de color blanco que contiene a los cardenólidos que adquirió de la quebramuelas y del arbusto algodóncillo gigante *Calotropis procera* [8].

En todos los ejemplos anteriores los metabolitos son obtenidos de plantas con flores (angiospermas), pero en el grupo de las plantas sin flores



**Figura 3.**  
Hembra de la polilla *Utetheisa ornatix* liberando espuma defensiva. Imagen adquirida de González et al., (1999)<sup>7</sup>.

Mariposas, chinches, escarabajos, saltamontes y avispas son algunos ejemplos de insectos que utilizan a las moléculas tóxicas (metabolitos secundarios), adquiridas de las plantas, como defensa química.

(gimnospermas), también hay ejemplos de este fenómeno. Este es el caso de las hojas de los pinos que consumen las moscas sierra (*Neodiprion sertifer*). Estos insectos, que curiosamente están más emparentados con las hormigas y las avispas que con las moscas, liberan de su boca una sustancia viscosa como protección frente a cualquier amenaza, dicho líquido contiene terpenos que fueron adquiridos de la alimentación a base de las hojas de los pinos [9].

Mariposas, chinches, escarabajos, saltamontes y avispas son algunos ejemplos de insectos que utilizan a las moléculas tóxicas (metabolitos secundarios), adquiridas de las plantas, como defensa química. Esta estrategia les permite aumentar su sobrevivencia, más no protegerlos al cien por ciento ya que, aunque logren evadir a algunos depredadores con señales de advertencia o sabores desagradables, algunos otros animales están adaptados para alimentarse de ellos con todo y moléculas tóxicas, e incluso son capaces de seleccionar las partes de los insectos que no tienen metabolitos, por lo que en

las interacciones planta-insecto-depredador existe un ir y venir de adaptaciones que siempre está en continuo movimiento, evolucionando.

#### PARA CONOCER MAS

- [1] Brower L. 1969. *Scientific American*, 22-29.
- [2] Rice M. 2017. *American Entomologist*, 63(2):70-78
- [3] Duffey S., Blum M., Isman M., Scudder G. 1978. *Journal of Insect Physiology*, 24(8):639-645.
- [4] Martin J., Madigosky S., Gu Z-M., Zhou D, Wu J, McLaughlin J. 1999. *J Nat Prod*, 62:2-4
- [5] Dobler S., Daloze D, Pasteels J. 1998. *Chemoecology*, 8:111-118
- [6] Hartmann T., Theuring C., Witte L., Pasteels J. 2001. *Insect Biochem Mol Biol*, 31:1041-1056
- [7] González A., Rossini C., Eisner M., Eisner T. 1999. *Proc Natl Acad Sci*, 96:5570-5574
- [8] Euw J. 1967. *Nature*, 214:35-39.
- [9] Eisner T., Johnessee J., Carrel J., Hendry L., Meinwald J. 1974. *Science*, 184(4140):996-999

#### DE LAS AUTORAS

**Claudia Azucena Durán Ruiz** claudia.duran@unicach.mx  
**Alma Rosa González Esquinca** aesquinca@unicach.mx  
 Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.