

Elementos inorgánicos: el superpoder en insectos para su adaptación y defensa^φ

Víctor Caballero-Chan, Alejandra González-Moreno*

Introducción

Alguna vez has escuchado la frase “solos somos invisibles, juntos somos invencibles”? Esto podría aplicar para los insectos, ya que por sí solo un insecto es pequeño y no se percibe fácilmente su existencia pero en grupo tienen un papel fundamental en el equilibrio de la naturaleza. De hecho, todos los insectos tienen una función ecológica. Si consumen plantas son fitófagos y si recolectan polen son polinizadores, si cazan otros insectos son depredadores (Fig. 1) y si ovipositan en otros insectos son parasitoides (Fig. 2), entre muchas otras funciones.

Los insectos ayudan a mantener los servicios en los ecosistemas, como la polinización (por insectos polinizadores) y el control de plagas. Sin embargo, la pérdida de sus poblaciones se debe a las actividades humanas y la contaminación, cambio climático y otros estresores ambientales. Si reflexionamos sobre los insectos y cómo les hacen para resistir los contaminantes ambientales pareciera que son invencibles y poderosos. El objetivo de este trabajo es dar a conocer los elementos minerales que conforman el cuerpo de insectos y cuáles son las funciones de éstos en el desarrollo, metabolismo, adaptación y defensa.

^φ Tecnológico Nacional de México/I.T. Conkal. Av. Tecnológico s/n C.P. 97345. Conkal, Yucatán, México. *alejandra.gonzalez@itconkal.edu.mx
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5391>





©Víctor Caballero

Figura 1. Mosca depredadora (Diptera: Asilidae).



©Víctor Caballero

Figura 2. Avispa parasitoide (Hymenoptera: Ichneumonidae).

La química para su vida

¿Sabías que los seres vivos combinan sus moléculas con otros elementos minerales propios del medio ambiente para poder evolucionar? Estos elementos proporcionan integridad estructural y son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los insectos. Esto mejora su calidad de vida, salud y bienestar a largo plazo. Los minerales como Fósforo, Azufre, Cloro, Potasio y Calcio son necesarios para el mantenimiento de las funciones corporales, desarrollo de células, tejidos y órganos. A estos elementos esenciales comúnmente se les llama macroelementos porque están en mayores cantidades en el cuerpo de los insectos. En el caso de los microelementos como Magnesio, Manganeso, Hierro, Cobre y Zinc, aunque se encuentran en menores cantidades también son esenciales porque realizan diferentes funciones (Fig. 3).

“Los minerales como Fósforo, Azufre, Cloro, Potasio y Calcio son necesarios para el mantenimiento de las funciones corporales, desarrollo de células, tejidos y órganos.”

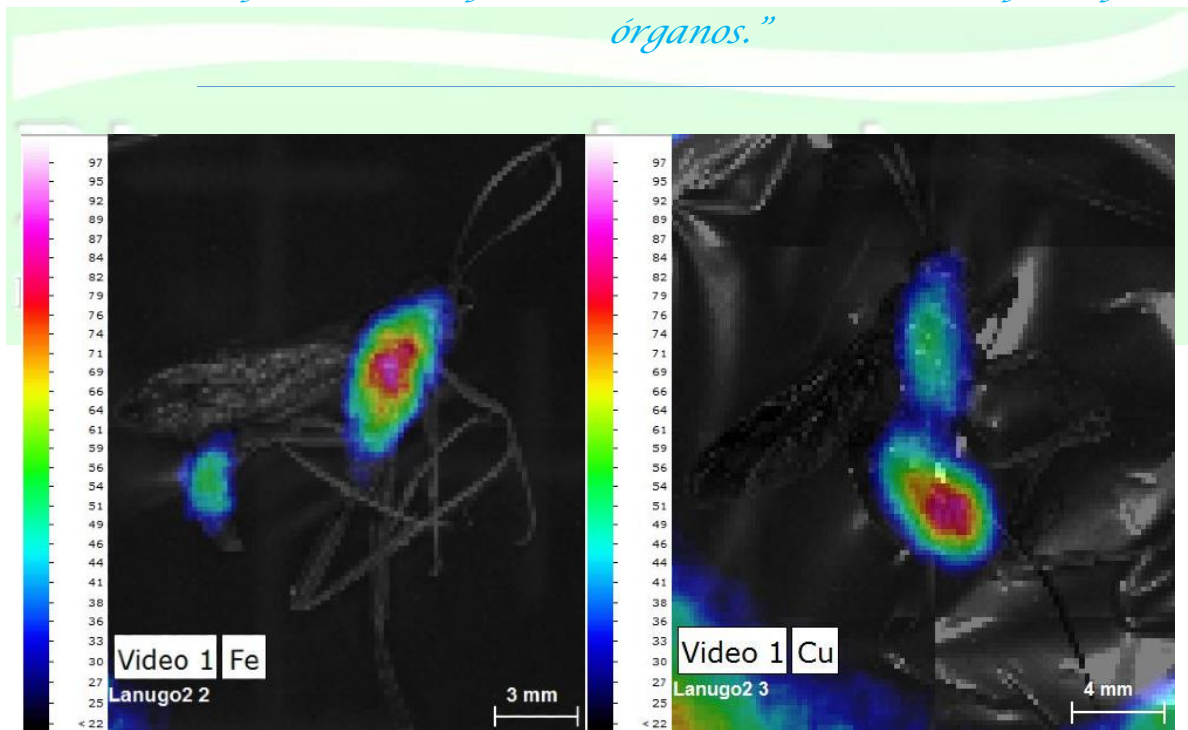


Figura 3. Distribución de elementos metálicos en avispas parasitoides (macho a la izquierda y hembra a la derecha).

Insectos resisten cambios ambientales: ¿superpoderosos?

¿De dónde proviene el “superpoder” en los insectos para adaptarse a los cambios del ambiente? Los elementos que pueden proveer ese superpoder son los minerales. Muchas veces únicamente se habla del Carbono que, al considerarse la molécula de la vida, se ha llevado las palmas pero no se ha considerado a otros compuestos orgánicos e inorgánicos que desempeñan funciones en la formación del exoesqueleto, desarrollo y reproducción, en la contracción muscular y transmisión de estímulos nerviosos y además de permitir que los insectos se adapten al estrés ambiental y en la defensa frente a agentes externos (Kavehei *et al.* 2021).

Los elementos inorgánicos son los que le proporcionan superpoder a los insectos ya que les permiten defenderse ante los cambios de su entorno. Por ejemplo, el Zinc regula la respuesta inmune, la homeostasis, el proceso de crecimiento y la diferenciación celular (Tsing-Hai *et al.* 2013). Altos niveles de Zinc en mandíbulas, abdómenes y estructuras ovíparas en hembras de avispas parasitoides están involucrados en el endurecimiento de estas partes de su cuerpo. Así mismo, el Cobre también fomenta el endurecimiento del cuerpo y es un elemento clave en avispas parasitoides, estimulándole a que sean sexualmente fértiles (Steiger *et al.* 2010).

No usan guantes de boxeo pero sí saben defenderse

Los elementos inorgánicos no están presentes en la misma proporción en todos los insectos. Algunas especies tienen más superpoderes que otras. Es importante analizar qué elementos inorgánicos están en qué grupos de insectos para saber si estos elementos los ayudan a desempeñar mejor sus funciones en la naturaleza. Por ejemplo, las hormigas al acumular metales pesados en sus cuerpos responden modificando la cantidad de especies presentes en sus comunidades. En abejas, la ingesta de metales pesados provoca que se defiendan purificando el néctar y cambiando espacialmente la composición de sus bioelementos en el transporte de la hemolinfa para desechar dichos elementos tóxicos (Borsuk *et al.* 2021). Las hembras de avispas parasitoides presentan mayores concentraciones de elementos metálicos en el abdomen, en comparación con los machos, ya que las hembras necesitan de estos elementos para tener estructuras ovíparas robustas que les permitan depositar sus huevos en sus hospederos (larvas de mariposas principalmente).

“Los elementos inorgánicos son los que le proporcionan superpoder a los insectos ya que les permiten defenderse ante los cambios de su entorno.”

La kriptonita de los insectos: degradación ambiental

Aunque estos elementos inorgánicos son esenciales para el desarrollo de los insectos, en cantidades excesivas tales elementos se convierten en letales. La contaminación ambiental favorece la acumulación de elementos esenciales y no esenciales, o tóxicos, dentro de los organismos afectando su metabolismo y funcionamiento. Se ha demostrado que la degradación ambiental por perturbación, como pérdida de áreas y cambios en el paisaje, afectan la mortalidad y la capacidad de acumular contaminantes en tejidos vivos.

En las últimas décadas, el habitat de los insectos ha sufrido cambios ambientales a causa de la perturbación antropogénica y contaminantes ambientales, teniendo como consecuencia el aumento de elementos metálicos o tóxicos en el ambiente provenientes de insumos agrícolas, domésticos y de origen industrial. Estos elementos pueden adherirse al cuerpo de los insectos que aún viven ahí o consumirlos en su dieta. Por ejemplo, abejas que viven en zonas con diferente grado de perturbación, la acumulación de metales como Cadmio, Cromo y Plomo ocasiona efectos letales y subletales, principalmente en el desarrollo de larvas y adultos. Estos elementos se incorporan a la abeja por adhesión a su cuerpo durante el vuelo o mediante el consumo del néctar para la elaboración de productos como miel, propóleo, cera y jalea real (Butt *et al.* 2018).

También se ha demostrado que la presencia de estos elementos puede variar incluso por la estación del año. En abejas se han encontrado mayores concentraciones de elementos no esenciales en primavera y verano, ya que es donde presentan mayor actividad de forrajeo y pasan más tiempo en contacto con el aire contaminado, sobre todo en áreas perturbadas. Por el contrario, en invierno, rara vez abandonan la colmena, por lo que disminuye la presencia de estos minerales tóxicos en el cuerpo (Ilijevic *et al.* 2021).

ISSN 2007 - 431 X

“La contaminación ambiental favorece la acumulación de elementos esenciales y no esenciales, o tóxicos, dentro de los organismos afectando su metabolismo y funcionamiento.”

Reconocer los elementos inorgánicos en el cuerpo de insectos puede sugerir contaminación ambiental de diferentes fuentes, incluida la acción sistémica de los insecticidas que se trasladan al polen y néctar, principal alimento de muchos insectos. Esta alimentación contaminada produce cambios en la memoria, la orientación y la navegación del insecto, lo que interfiere directamente en su capacidad de búsqueda de alimento, refugio, entre otros.

Conclusiones

El cuerpo de los insectos está conformado por elementos inorgánicos que les permiten realizar diferentes reacciones metabólicas para desarrollarse y protegerse. Cuando los insectos se

encuentran amenazados, por el daño de otros organismos vivos, por factores no vivos (actividades antropogénicas, radiación ultravioleta y cambio climático) o por desastres naturales, éstos disponen de sus superpoderes para evitar que su crecimiento, desarrollo y reproducción se alteren. Estos elementos inorgánicos en los insectos les proporcionan superpoderes que los protegen ante las amenazas ambientales y biológicas, ante las cuáles, a menudo salen victoriosos.

Agradecimientos

Al TecNM por financiar el proyecto “Eres lo que comes: composición química de los parasitoides y sus hospederos” (Ref.: 8601.20-P) y al CONAHCYT por financiar los estudios de posgrado del primer autor.

Referencias

- Borsuk G, Sulborska A, Stawiarz E, Olszewski K, Wiącek D, Ramzi N, Nawrocka A y Jędrzycka, M. 2021. Capacity of honeybees to remove heavy metals from nectar and excrete the contaminants from their bodies. *Apidologie* 52:1098-1111.
- Butt A, Ain Q, Rehman K, Khan M y Hesselberg T. 2018. Bioaccumulation of cadmium, lead, and zinc in agriculture based insect food chains. *Environmental Monitoring and Assessment* 190: 698.
- Ilijevic, K, Vujanovic D, Orcic S, Purac J, Kojic D, Zaric N, Grzetic I, Blagojevic DP, Celic TV. 2021. Anthropogenic influence on seasonal and spatial variation in bioelements and non-essential elements in honeybees and their hemolymph. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 239:108852.
- Kavehei A, Gore DB, Wilson SP, Hosseini M y Hose GC. 2021. Assessment of legacy mine metal contamination using ants as indicators of contamination. *Environmental Pollution* 274: 116537.
- Steiger D, Fetchko M, Vardanyan A, Atanesyan L, Steiner K, Turski, ML y Schaffner, W. 2010. The Drosophila copper transporter Ctr1C functions in male fertility. *Journal of Biological Chemistry* 285: 17089-17097.
- Tsing-Hai W, Chia-Hung J, Yi-Kong H, Fu-Nien W, y Chu-Fang W. 2013. Spatial Distributions of Inorganic Elements in Honeybees (*Apis mellifera* L.) and Possible Relationships to Dietary Habits and Surrounding Environmental Pollutants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 5009-5015.

Caballero-Chan V, González-Moreno A. 2024. Elementos inorgánicos: el superpoder en insectos para su adaptación y defensa. *Bioagrocencias* 17 (1):53-58.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5391>