



La magia de la evolución de los insectos en su alimentación sanguínea

Ortega-López, Leonardo D. ¹

¹ Syracuse University, Department of Public Health, New York, USA

Correo para correspondencia: ldortega@syr.edu

Resumen

Varias especies de insectos y otros artrópodos como arácnidos y miriápodos han desarrollado estrategias para defenderse o aprovecharse de los recursos de los vertebrados a través de la picadura, provocando respuestas inmunes en estos últimos. En cuanto al aprovechamiento de recursos, algunos artrópodos se alimentan de sangre, lo cual ha involucrado procesos complejos de evolución anatómica, fisiológica y de comportamiento, y ha ocurrido en repetidas ocasiones y de manera independiente a lo largo de la historia evolutiva. En insectos del orden Díptera, la capacidad para ingerir sangre ocurrió hace al menos 200 millones de años, proviniendo de un ancestro común que se alimentaba de plantas. La adaptación a la ingesta de sangre ha requerido un complejo desarrollo de proteínas para localizar a la “víctima”, para contrarrestar sus defensas durante la picadura, para digerir la sangre y para aprovechar sus nutrientes.

Palabras clave: Alimentación sanguínea, evolución, insectos.

Abstract

Several species of insects and other arthropods such as arachnids and myriapods have developed strategies to defend themselves or take advantage of vertebrate resources through biting, provoking immune responses in the latter. Regarding resource exploitation, some arthropods feed on blood, which has involved complex processes of anatomical, physiological, and behavioural evolution and has occurred repeatedly and independently throughout evolutionary history. In insects of the order Diptera, the ability to ingest blood arose at least 200 million years ago, originating from a common ancestor that fed on plants. The adaptation to blood ingestion has required the complex development of proteins to locate the "victim," counteract their defenses during the bite, digest the blood, and utilize its nutrients.

Keywords: Blood feeding, evolution, insects.

Artículo

Una de las primeras preguntas que nos hacemos cuando miramos insectos u otros “bichos raros” es si serán peligrosos para nosotros. Nuestro desconocimiento y el miedo que llegamos a sentir a lo desconocido es una respuesta evolutiva de protección nuestra porque, efectivamente, algunos de ellos podrían ser peligrosos [1,2]. Sin embargo, la vasta mayoría de todos ellos son realmente inofensivos.

Los animales que llamamos “bichos”, en realidad incluyen a varios grupos de artrópodos, como insectos (hormigas, abejas, mosquitos), arácnidos (arañas, tarántulas), crustáceos (cangrejos, camarones), miriápodos (ciempiés y milpiés). Los artrópodos, en general, son aquellos invertebrados cuyo cuerpo es segmentado y está recubierto de un exoesqueleto compuesto de quitina. La amplia diversidad de miembros de este gran grupo de artrópodos y su también diversa variedad de mecanismos de supervivencia es explicada por la evolución, misma que ha llevado a algunos de ellos a emplear métodos distintos de picadura utilizando varios compuestos químicos que son tóxicos o corrosivos para nosotros (y otros animales) [3].

Quizás uno de los “peligros” a los que nosotros estamos más familiarizados son las picaduras y mordeduras de algunos de ellos que casi de manera inmediata generan dolor o comezón. Sin embargo, el modo de acción de “picar”, entre muchos de ellos, es completamente distinto. Por ejemplo, mientras los insectos del grupo himenóptera (abejas y avispas) tienen un aguijón al final de su abdomen que, ante una situación de peligro, lo inyectan en el otro organismo como mecanismo de defensa; otros grupos utilizan su aparato bucal para defenderse como las hormigas (himenóptera también) y los arácnidos.

Otra forma de picadura, pero con un objetivo de supervivencia completamente diferente al de defensa, es el de aquellos artrópodos que utilizan su aparato bucal para ingerir sangre de vertebrados. Por lo general, nuestra percepción sobre este tipo de picadura es posterior al acto, es decir, sentimos comezón una vez que el “bicho” se ha ido. Los mecanismos anatómicos, fisiológicos e incluso de comportamiento que el artrópodo ha desarrollado son muy complejos y han requerido varios pasos secuenciales durante la evolución.

En los artrópodos en general y en los insectos en particular, se conoce con una amplia evidencia que su comportamiento de alimentación de sangre de vertebrados evolucionó varias veces en la historia de manera independiente. Lamentablemente, este puente de contacto entre los artrópodos (vectores) y los vertebrados (hospederos) a través de la ingesta de sangre sirvió también como un camino evolutivo a ser utilizado por varios patógenos (parásitos protozoos, virus y bacterias) para saltar de un organismo a otro y que en los seres humanos cobran cientos de miles de vidas anuales [4]. La profunda significancia de esta evolución convergente, es decir, que distintos grupos de artrópodos llegaron al mismo resultado (el de obtener sangre de vertebrados) por distintos procesos evolutivos en distintos tiempos históricos, lleva a pensar que el mencionado comportamiento fue ciertamente inevitable en la evolución de estos organismos.

Posiblemente, por la necesidad de obtener nuevas fuentes alimenticias, aquellos artrópodos que encontraron formas de extraer nutrientes líquidos del interior de otros organismos tuvieron mayor éxito reproductivo y de supervivencia que otros, y de esta forma se dio origen a grupos enteros de especies que dependen exclusivamente de la ingesta de sangre para su supervivencia individual y/o poblacional. Una de las primeras y principales barreras que actuó como presión evolutiva hacia las distintas formas de alimentación sanguínea fue la homeostasis de los vertebrados, la cual se refiere a la autorregulación de la estabilidad interna del organismo [5]. Es así como, ante la ruptura de los pequeños vasos sanguíneos del vertebrado provocada por la introducción del aparato bucal del artrópodo, se producen sustancias que inducen a la coagulación y a la vasoconstricción para evitar la hemorragia. Este proceso, de manera natural, impediría la ingestión de sangre por parte del artrópodo. Sin embargo, dicho mecanismo a su vez tuvo que desarrollar proteínas en su saliva que contrarresten el proceso de coagulación sanguínea en el vertebrado.

Los estudios evolutivos del mecanismo de ingesta de sangre en los insectos del orden Díptera (que incluye a mosquitos o zancudos, flebótomos, culicoides, arenillas, entre otros), son particularmente importantes debido a que la mayor parte de morbilidad y mortalidad en humanos causadas por enfermedades transmitidas a través de vectores es causada por este grupo de insectos. De tal forma que las investigaciones de las proteínas presentes en la saliva de insectos del orden Díptera han permitido determinar que *la evolución de la capacidad de ingerir sangre ocurrió hace al menos 200 millones de años* [6].

En aquel entonces, la vida en la Tierra acababa de atravesar una extinción masiva que marcaba el fin del período Triásico y el inicio del período Jurásico. Este último se caracterizó por la dominancia y diversificación de los dinosaurios, el apareamiento de las primeras aves y en el reino vegetal, la dominancia de las coníferas (como el pino y el ciprés). Los estudios moleculares de las proteínas de la saliva de los insectos del orden Díptera han encontrado presencia de enzimas digestivas de azúcares presentes en plantas. Dicho suceso, junto con el hecho de que en aquella época no existían todavía plantas con flores, corrobora la idea de que el ancestro común de estos insectos tenía ya un aparato bucal similar al de hoy en día y se alimentaba “picando” a los tallos de las plantas [6].

Del mismo modo, y con el pasar del tiempo, los mencionados grupos de insectos tuvieron que adaptarse al tipo de sangre que ingerían. Durante el período Jurásico y luego el Cretáceo, la tierra estaba dominada por dinosaurios y reptiles, pero con la extinción masiva causada por un asteroide al final del Cretáceo, hace 65 millones de años, llegó la diversificación y dominancia de los mamíferos. Tal suceso introdujo nuevos retos evolutivos a los insectos que tenían que esquivar nuevas respuestas inmunes para poder mantener una ingesta sanguínea eficaz [7].

Otro importante reto evolutivo fue el desarrollo de la capacidad de digerir y aprovechar los nutrientes de la sangre. Este también es un proceso complejo que ha requerido que el insecto sintetice aminoácidos y proteínas específicas para cada proceso dentro de su aparato digestivo. Al ser la composición química de la sangre muy similar entre vertebrados, la diversificación de los mecanismos de digestión en el insecto no es demasiado amplia [6]. De tal manera que, las tres enzimas esenciales para la digestión son 1) la tripsina, que está involucrada con la desintegración química de la sangre; 2) la aminopeptidasa, que sirve para el transporte de compuestos sanguíneos, y 3) la α -glucosidasa que sirve para digerir la glucosa [8].

Finalmente, el comportamiento de los insectos “chupadores” de sangre también tuvo que atravesar procesos de selección para evolucionar de maneras específicas de acuerdo al tipo de sangre de su preferencia. Por ejemplo, existen algunas especies de insectos que son generalistas, es decir, que tienen preferencias alimenticias amplias sobre el tipo de sangre. La preferencia diversa conduce a que el insecto sea capaz de detectar la presencia de una u otra “víctima”, muchas veces incluso de grupos diferentes como aves y mamíferos. Asimismo, hay otras especies de insectos que son mucho más exclusivas con el tipo de sangre de su preferencia. Tal es el caso del mosquito *Aedes aegypti*, vector de los virus del dengue, Zika y chikungunya, el cual tiene una preferencia primordial de alimentación en los seres humanos, y, por lo tanto, necesita detectarlo por sobre otros animales. Para que el insecto encuentre a su “víctima” ha desarrollado formas complejas para percibir su localización utilizando receptores específicos en sus antenas, ya sea su preferencia generalista o específica. Tales receptores captan “olores” químicos del animal a picar y han podido ser estudiados de manera más minuciosa. Es así que, para el caso del *Ae. aegypti*, se ha podido estudiar genes y receptores involucrados específicos para que no sólo encuentre al humano a picar, sino también sitios para resguardarse, para ingerir néctar y para depositar sus huevos [9].

La riqueza de la diversidad de la vida y la complejidad de cada uno de los procesos que nos llevan a formar parte de la naturaleza van mucho más allá de lo que podemos mirar a simple vista. El ejemplo de la ingesta de sangre por parte de algunas especies de insectos es una pequeña muestra de ello. La sincronía de procesos anatómicos, fisiológicos y etológicos que permiten su existencia en un mundo diverso ha podido darse gracias a la compleja evolución durante miles de millones de años. Los conocimientos derivados de estudiar los procesos biológicos de los seres vivos, además de maravillarnos, deberían ser siempre utilizados en pro del bienestar de nuestra especie y de la naturaleza, que sin ser entes separados, de hecho formamos parte de ella.

Referencias

- [1] Curtis V, Barra M De, Aunger R. Disgust as an adaptive system for disease avoidance behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011;366: 389–401. doi:10.1098/rstb.2010.0117
- [2] Fukano Y, Soga M. Why do so many modern people hate insects? The urbanization–disgust hypothesis. *Science of the Total Environment*. 2021;777. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146229
- [3] Senji Laxme RR, Suranse V, Sunagar K. Arthropod venoms: Biochemistry, ecology and evolution. *Toxicon*. Elsevier Ltd; 2019. pp. 84–103. doi:10.1016/j.toxicon.2018.11.433
- [4] De Angeli Dutra D, Poulin R, Ferreira FC. Evolutionary consequences of vector-borne transmission: how using vectors shapes host, vector and pathogen evolution. *Parasitology*. Cambridge University Press; 2022. pp. 1667–1678. doi:10.1017/S0031182022001378
- [5] Ali A, Zeb I, Alouffi A, Zahid H, Almutairi MM, Ayed Alshammari F, et al. Host Immune Responses to Salivary Components - A Critical Facet of Tick-Host Interactions. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. Frontiers Media S.A.; 2022. doi:10.3389/fcimb.2022.809052
- [6] Ribeiro JMC, Mans BJ, Arcà B. An insight into the sialome of blood-feeding Nematocera. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2010. pp. 767–784. doi:10.1016/j.ibmb.2010.08.002
- [7] Yao Y, Cai W, Xu X, Shih C, Engel MS, Zheng X, et al. Blood-feeding true bugs in the Early Cretaceous. *Current Biology*. 2014;24: 1786–1792. doi:10.1016/j.cub.2014.06.045
- [8] Billingsley PF, Hecker H. Blood Digestion in the Mosquito, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae): Activity and Distribution of Trypsin, Aminopeptidase, and a-Glucosidase in the Midgut. *J Med Entomol*. 1991.
- [9] Dekel A, Pitts RJ, Yakir E, Bohbot JD. Evolutionarily conserved odorant receptor function questions ecological context of octenol role in mosquitoes. *Sci Rep*. 2016;6. doi:10.1038/srep37330.