

Editorial

Entomología médica y veterinaria: importancia, avances y desafíos

La entomología médica y veterinaria es la ciencia que estudia a los insectos y otros artrópodos, los cuales cumplen un papel importante en el ciclo biológico de enfermedades que afectan a humanos y animales (1). Estos organismos, pertenecientes al *phylum* artropoda, se encargan de la transmisión de agentes etiológicos, como virus, bacterias, protozoarios, hongos y nemátodos, que ocasionan diversas patologías de gran impacto en la salud pública y animal; sin embargo, algunos de estos artrópodos pueden generar enfermedades directamente en los huéspedes, principalmente, actuando como ecto y endoparásitos (miasis). En la transmisión de las patologías, por parte de los artrópodos, se presenta el rol del vector biológico o mecánico. En ese sentido, el primer caso es el de mayor relevancia epidemiológica, teniendo en cuenta que el agente infeccioso desarrolla un ciclo de multiplicación al interior del vector y, por tanto, puede persistir en él, e incluso transmitir la infección a su descendencia (acción transovárica), razón por la cual, puede mantener brotes de la enfermedad. En tanto, el vector mecánico toma y transporta al agente infeccioso hacia otro huésped —humano o animal, ocasionando la enfermedad—, sin que ocurra un ciclo de

replicación biológica dentro del vector y, además, suele durar poco tiempo en él. Por otro lado, es importante señalar, de acuerdo con Eldridge y Edman (2), que no existe una separación clara entre la entomología médica (referida a la salud pública) y la entomología veterinaria, la cual incluye el efecto de los artrópodos sobre mascotas, animales de producción y vida silvestre, debido a que, muchas veces, las mismas especies de artrópodos pueden ocasionar, como vectores o en forma directa, enfermedades en los huéspedes humanos y en otros animales vertebrados. Además, la mayoría de las enfermedades infecciosas transmitidas por artrópodos son zoonosis que primariamente afectan a los animales, y que luego se transmiten a los seres humanos.

La importancia de la entomología médica y veterinaria está referida principalmente al conjunto de enfermedades que los artrópodos pueden transmitir o generar directamente en los humanos y en los animales. En este contexto, las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) son infecciones en las que intervienen mosquitos, chinches triatominos, moscas negras, moscas tsetsé, flebotominos, piojos y garrapatas, que participan en un amplio rango de patologías de gran impacto en la salud, principalmente en países tropicales y subtropicales. Entre estas, se destacan la malaria, el dengue, la enfermedad de Chagas, la encefalitis japonesa, la leishmaniasis,

Cómo citar este artículo: Bello, F. Entomología médica y veterinaria: importancia, avances y desafíos. Rev Med Vet. 2021;(43): 7-12.
<https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss43.1>

la filariasis linfática y la fiebre amarilla, enfermedades que ponen en riesgo a más del 80 % de la población mundial y que afectan de manera desproporcionada a las comunidades más pobres que viven en estos países (3). Muchas de estas ETV son *coendémicas*, y se estima que más de la mitad de la población mundial vive en áreas en donde dos o más de estas patologías están presentes. Las ETV contribuyen significativamente en un 17 % a la carga mundial de morbilidad de todas las enfermedades infecciosas (4).

A pesar de lo anteriormente señalado, no todos los artrópodos son perjudiciales para la salud. Por esta razón, en este campo de estudio también es loable incluir a aquellos insectos, y, en general, a algunas especies de artrópodos que aportan beneficios para el mejoramiento de la salud y el bienestar de los seres humanos y animales. Se puede aludir, por ejemplo, a las larvas de moscas necrófagas utilizadas en terapia de desbridamiento o bioterapia, para el tratamiento y la curación de heridas crónicas de difícil cicatrización, en cuyo caso el mecanismo de acción incluye la remoción del tejido necrótico, la actividad antimicrobiana y el estímulo al tejido de granulación; todas estas actividades son realizadas de forma sinérgica a partir de la actividad mecánica de arrastre de las larvas sobre las úlceras y por el efecto de las excreciones y secreciones que estas liberan al alimentarse del tejido muerto (5, 6).

En concordancia con el anterior razonamiento, es pertinente considerar las sustancias o moléculas derivadas de estas especies benéficas, que tienen importantes aplicaciones médicas, entre las cuales se destacan los péptidos antimicrobianos (PAM) aislados de diversos tejidos de las larvas de insectos. Se alude particularmente a las moscas necrófagas, que, durante el proceso evolutivo de adaptación a ambientes contaminados en su hábitat natural, han desarrollado un potente sistema inmunitario, generando los PAM que, aunque se producen en todos los organismos vivos, cobran particular relevancia en estas especies de insectos, precisamente por el singular incremento de la eficacia que presentan contra diversos microorganismos patógenos, incluyendo bacterias, virus, hongos y parásitos; además, se ha demostrado

que algunas de estas moléculas, aisladas y purificadas a partir de los insectos, son inmunorreguladoras y desarrollan una actividad anticancerígena (7-10). En ese escenario, los PAM han sido considerados una alternativa a la resistencia que presentan los microorganismos a los tratamientos con medicamentos, principalmente a los antibióticos convencionales, situación que está asociada con una alta morbilidad y mortalidad en humanos y animales (11). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (12), las enfermedades farmacorresistentes, que causan al menos 700.000 muertes al año en todo el mundo, podrían aumentar a 10.000.000 de muertes al año para 2050; de ahí la importancia de la búsqueda de nuevas estrategias antimicrobianas, contra los organismos multirresistentes, en cuyo caso los PAM podrían cumplir un papel preponderante. Asimismo, existen otros productos derivados de insectos benéficos, tales como los venenos de las abejas y avispas, los cuales con frecuencia se usan para ensayos de reacciones alérgicas y en el desarrollo de medicamentos contra estas manifestaciones orgánicas de hipersensibilidad (1,13). En esta misma tendencia, no menos importantes, se incluyen los extractos provenientes de las abejas como la jalea real y el propóleo, que tienen propiedades en la medicina como antibióticos, cicatrizantes, antiinflamatorios, analgésicos, antialérgicos, anestésicos, antisépticos, epitelizantes y regeneradores de tejidos (14).

En relación con los avances en entomología médica y veterinaria, las dos últimas décadas han atestiguado un vertiginoso desarrollo en la aplicación de la genética, la proteómica y la genómica, a través del uso de herramientas moleculares de punta, en el estudio y control de artrópodos de interés en salud humana y animal. Así, por ejemplo, se han registrado en el National Center for Biotechnology Information (NCBI) los genomas de 297 especies de insectos, las cuales representan 33 órdenes, y 124 familias.

No obstante, en esta misma base de datos, el número de proyectos en proceso de secuenciación de estos organismos es mucho más amplio, 1219 (15). Estos logros han posibilitado importantes avances en el conocimiento de la biología y la fisiología de los artrópodos vectores,

con implicaciones relevantes a escala de la interrelación vector-patógeno. Una de las tecnologías recientes de ingeniería genética que se han venido implementando en artrópodos es el sistema CRISPR, en su sigla en inglés para *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, que en español traduce *repeticiones palindrómicas cortas, agrupadas y regularmente interespaciadas*; herramienta de utilidad no sólo en la edición de genes y avances en la secuenciación de genomas sino también con promisoría aplicabilidad en el control de vectores (16). Dicho instrumento corresponde, precisamente, al principal método que ha contribuido a frenar la transmisión de estas enfermedades en áreas endémicas del mundo; sin embargo, a pesar de que ha habido avances en las vacunas y en los tratamientos a pacientes, aún no ha sido posible disponer de este tipo de alternativas en las enfermedades de mayor impacto en salud. Tal ha sido el caso por ejemplo, de la malaria, el dengue (en cuyo caso existe vacuna, pero sin suficiente efectividad), el zika, el chikungunya, la tripanosomiasis y la leishmaniasis, entre otras enfermedades: por esa razón, la estrategia de control de vectores sigue siendo de primera elección.

El control de vectores clásicos se ha mantenido como una alternativa válida, así como el proceso físico, el químico y el biológico, cada uno de ellos con ventajas y desventajas en relación con su manejo y efectividad. En consecuencia, desde hace varios años, la OMS ha venido recomendando, como estrategia más eficaz, el control integral contra los artrópodos de interés en medicina humana y veterinaria; es decir, el uso simultáneo de varios métodos de control (17).

No obstante, más recientemente, las herramientas biotecnológicas han cobrado alto interés en el control de especies de artrópodos. Se trata, por ejemplo, de los enfoques basados en la bacteria *Wolbachia* (utilizados con éxito contra vectores, como el mosquito *Aedes aegypti*, involucrado en la ocurrencia del dengue, el zika, el chikungunya y la fiebre amarilla), fundamentados en las propiedades de inducción de incompatibilidad citoplasmática generada por la bacteria para producir huevos no viables; el método autocida de esterilización de

machos, ampliamente utilizado en distintas especies de insectos, que posibilita el apareamiento de machos estériles y hembras silvestres, dando como resultado huevos inviables con la consiguiente reducción de las poblaciones objetivo; la técnica de nanopartículas como nuevos plaguicidas tóxicos contra vectores, mediante el mecanismo de *síntesis verde*, que permite el empleo de extractos de plantas y filtrados microbianos para la fabricación de nanopartículas; y el enfoque de insectos modificados genéticamente, dado mediante el uso de técnicas de ingeniería genética, las cuales son diseñadas para alterar la competencia vectorial de las poblaciones silvestres y hacerlas refractarias a microorganismos patógenos o inducir en ellas mutaciones para suprimirlas (18-21). Esta última metodología de control, variada y compleja, está aún en proceso de desarrollo con prometedores y ambiciosos resultados, aunque también es controvertida por sus eventuales implicaciones en seguridad ambiental y ética.

Se debe tener en cuenta que el estudio de la entomología médica y veterinaria, emprendida con base en el enfoque de “Una salud”, es un campo amplio, diverso y dinámico, en el que convergen muchas áreas de interés que posibilitan la relación entre los seres humanos, los animales y el medio ambiente, configurando así un sistema integrado. Por tanto, al abordar aspectos específicos para el conocimiento de cualquier enfermedad transmitida o producida directamente por artrópodos en un huésped determinado, la visión en que se enmarca el fenómeno es holística pues tiene en cuenta todos los factores vinculados a las interacciones artrópodo-patógeno-huésped-medio ambiente y el contexto social, dando como resultado un modelo más robusto. Comprender esta dinámica posibilita romper los abordajes aislados y las soluciones parciales en eventos que se consideraron como de una sola ocurrencia (22). En esta misma línea de acción de “Una salud”, la OMS, como estrategia mundial para combatir las zoonosis —que representan aproximadamente el 60 % de las enfermedades infecciosas—, propugna por ampliar las colaboraciones y comunicaciones interdisciplinarias en todos los aspectos de la atención de la salud de los seres humanos, los animales y el medio ambiente (23).

En ese escenario, uno de los grandes desafíos que enfrenta la entomología médica y veterinaria es el cambio climático, que produce alteraciones en el alcance, el período y la intensidad de las enfermedades infecciosas, al afectar a los patógenos, los vectores, los huéspedes y su entorno (24, 25). Así, por ejemplo, la temperatura impacta la distribución espacio-temporal de los vectores de enfermedades, debido a que al aumentar este parámetro, los insectos se desplazan para encontrar nuevos hábitats de mayor altitud y de menor temperatura, lo que ocasiona una mayor expansión de los vectores, y por ende de los patógenos, causantes de enfermedades que ellos transmiten. En ese sentido, el caso ilustrativo en Colombia es el del mosquito *Aedes aegypti*, el cual se registró, antes de 1981, a una altura máxima de 1585 m.s.n.m en Líbano (Tolima): posteriormente, dicha especie se fue adaptando a ambientes de mayor altitud, hasta localizarse en la población de Málaga (Santander), a 2200 m.s.n.m (26).

De igual forma, los cambios en las precipitaciones pueden afectar positivamente a los artrópodos de interés médico y veterinario; así, el desarrollo larvario se acelera con el incremento de las lluvias y el aumento de la temperatura (27). Contrariamente, para poblaciones de insectos como algunas especies de mosquitos, la sequía puede limitar la cantidad y la calidad de criaderos. En general, los cambios en el clima de temperaturas crecientes y eventos climáticos extremos (tormentas severas, eventos de calor extremo, fuertes lluvias, entre otros), así como cambios en las precipitaciones que dejan algunas áreas más propensas a la sequía, pueden favorecer la aparición y reaparición de ETV.

Otros factores no menos importantes que también constituyen amenazas para la salud humana y animal, por el impacto que tienen sobre los artrópodos, son la deforestación, la fragmentación de los bosques, la urbanización creciente, la *desurbanización* (la presencia de áreas urbanas con servicios deficientes de saneamiento básico y abandono), los flujos migratorios, los viajes intercontinentales, las incursiones militares en la selva, y los desplazamientos del campo a las ciudades, entre otros (28,29).

En conclusión, la entomología médica y veterinaria es una ciencia que posibilita los abordajes, inter, trans y multidisciplinarios, y cuyo campo de estudio e investigación incluye a los artrópodos que ocasionan múltiples enfermedades a los humanos y a los animales. Además, en el ciclo de las patologías se evidencia una interrelación entre artrópodos, microorganismos patógenos y huéspedes, que se presenta en contextos ambientales determinados, los cuales también influyen en dicha convergencia. En ese sentido, no existe una barrera o una separación tajante entre la entomología médica y la entomología veterinaria, sino que estas convergen a través del estudio de patologías comunes en humanos y animales, de modo que estas últimas resultan siendo promotoras de enfermedades zoonóticas.

A pesar de que existan poblaciones de artrópodos transmisores o generadores directos de las enfermedades, hay otras que participan como agentes que benefician a la salud, ya sea en forma directa o través de sus productos. Vale también señalar que una ínfima parte de todos los artrópodos en la naturaleza son perjudiciales para humanos y animales, en tanto que la gran mayoría cumple una labor esencial en los ecosistemas: tales son los grupos de especies que fungen como polinizadores de distintas especies vegetales; colaboradores en la desintegración de la materia orgánica y fertilización del suelo; asociaciones articuladas mediante cadenas tróficas complejas, como es el caso de los parasitoides, predadores e hiperparasitoides; y la acción de control biológico de plagas y malezas (30,31).

Por otro lado, si bien es cierto que la entomología médica y veterinaria ha venido avanzando a lo largo del tiempo en muchos campos, en los últimos 20 años ha tenido un impulso importante dado a través de las tecnologías moleculares novedosas que otorgan resultados relevantes en la secuenciación del genoma de especies de artrópodos de interés médico y veterinario. En suma, esto ha repercutido positivamente en estudios fisiológicos y de control vectorial, de modo que esta última área se constituye como un campo de vertiginoso desarrollo que se ha potenciado con la implementación de nuevas metodologías biotecnológicas.

Finalmente, los desafíos que enfrentan las disciplinas que coadyuvan a la misión de la entomología médica y veterinaria están referidos, principalmente, a los impactos del cambio climático sobre las poblaciones de artrópodos. Asimismo, también atañen a algunas actividades económicas, culturales, sociales y de conflictos bélicos que inducen desequilibrios en los ecosistemas.

REFERENCIAS

1. Banerjee D. Medical and veterinary entomology: The good and bad flies that affect human and animal life. *Sch J Agric Vet Sci*. 2015;2(3B): 220-239.
2. Eldridge B, Edman J. Introduction to medical entomology. En: Eldridge B and Edman JD. (eds.) *Medical entomology*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers; 2004. pp. 1-12.
3. Golding N, Wilson AL, Moyes CL, Cano J, Pigott DM, Velayudhan R, et al. Integrating vector control across diseases. *BMC Med*. 2015;13(249). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0491-4>
4. World Health Organization. *Global Vector Control Response 2017–2030*. Geneva: WHO; 2017.
5. Thomas S, Andrews A, Jones M. The use of larval therapy in wound management. *J Wound Care*. 1998;7(10): 521-524. Disponible en: <https://doi.org/10.12968/jowc.1998.7.10.521>
6. Stoddard SR, Sherman RA, Mason BE, Pelsang DJ, Sherman RM. Maggot debridement therapy. An alternative treatment for nonhealing ulcers.
7. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1995;85(4): 218–221. Disponible en: <https://doi.org/10.7547/87507315-85-4-218>
8. Poppel AK, Vogel H., Wiesner J, Vilcinskas A. Antimicrobial peptides expressed in medicinal maggots of the blow fly *Lucilia sericata* show combinatorial activity against bacteria. *Antimicrob Agents Chem*. 2015;59(5): 2508–2514. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/AAC.05180-14>
9. Cеровsky V, Zdarek J, Fucik V, Monincova L, Voburka Z, Bem R. Lucifensin, the long-sought antimicrobial factor of medicinal maggots of the blowfly *Lucilia sericata*. *Cell Mol Life Sci*. 2010;67: 455–466. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00018-009-0194-0>
10. Díaz-Roa A, Espinoza-Culupú A, Torres-García O, Borges MM, Avino IN, Alves FL, et al. Sarconesin II, a new antimicrobial peptide isolated from *Sarconesiopsis magellanica* excretions and secretions. *Molecules*. 2019;24(11): 2077. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules24112077>
11. Tonk M, Vilcinskas A, Rahnamaeian M. Insect antimicrobial peptides: potential tools for the prevention of skin cancer. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2016;100: 7397–7405. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7718-y>
12. Sala A, Cabassi CS, Santospirito D, Polverini E, Flisi S, Cavarani S et al. Novel *Naja atra* cardiotoxin 1 (CTX-1) derived antimicrobial peptides with broad spectrum activity. *PLoS ONE*. 2018;13(1): 1–22. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190778>
13. IACG. *No podemos esperar: asegurar el futuro contra las infecciones farmacorresistentes*. Interagency Coordination Group on Antimicrobial Resistance. 2019. Disponible en: https://www.who.int/antimicrobial-resistance/interagency-coordination-group/IACG_final_report_ES.pdf?ua=1
14. Antolín-Amérigo D, Moreno Aguilar C, Vega A, Alvarez-Mon M; Venom immunotherapy: an updated review. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2014;14(449). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11882-014-0449-1>
15. Kocot J, Kielczykowska M, Luchowska-Kocot D, Kurzepa J, Musik I. Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: possible medical application. *Oxid Med Cell Longev*. 2018;2018: 7074209. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/7074209>
16. Li F, Zhao X, Li M, He K, Huang C, Zhou Y, Li Z, Walters JR. Insect genomes: progress and challenges. *Insect Mol Biol*. 2019;28(6): 739-758. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/imb.12599>
17. Nateghi-Rostami M. CRISPR/Cas9 gene drive technology to control transmission of vector-borne parasitic infections. *Parasite Immunol*. 2020;42(9): e12762. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/pim.12762>
18. World Health Organization. *Handbook for Integrated Vector Management*. Geneva: WHO; 2012. Disponible en: [who.int/iris/bitstream/handle/10665/44768/9789241502801_eng.pdf](http://www.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44768/9789241502801_eng.pdf)

19. Li Y, Liu X. Modeling and control of mosquito-borne diseases with *Wolbachia* and insecticides. *Theor Popul Biol.* 2020;132: 82-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tpb.2019.12.007>
20. Gouagna LC, Damiens D, Oliva CF, Boyer S, Le Go G, Brengues C et al. Strategic approach, advances, and challenges in the development and application of the SIT for area-Wide control of *Aedes albopictus* mosquitoes in reunion Island. *Insects.* 2020;11(11):770. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/insects11110770>
21. Benelli G. Green synthesized nanoparticles in the fight against mosquito-borne diseases and cancer—abriefreview. *Enzyme Microb Technol.* 2016;95: 58-68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2016.08.022>
22. Richards S. Arthropod genome sequencing and assembly strategies. En: Brown S, Pfrender M. (eds). *Insect Genomics. Methods in Molecular Biology, vol 1858*. New York: Humana Press; 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8775-7_1
23. Benelli G, Duggan MF. Management of arthropod vector data - social and ecological dynamics facing the One Health perspective. *Acta Trop.* 2018;182: 80-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.02.015>
24. Organización Mundial de la Salud. *Zoonosis*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses> [Accedido el 10 de febrero de 2021].
25. Epstein PR. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes Infect.* 2001;3: 747-754. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(01\)01429-0](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(01)01429-0)
26. Wu X, Lu Y, Zhou S, Chen L, Xu B. Impact of climate change on human infectious diseases: empirical evidence and human adaptation. *Environ Int.* 2016;86: 14-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>
27. Suárez MF, Nelson MJ. Registro de altitud del *Aedes aegypti* en Colombia. *Biomédica.* 1981;1(4): 225. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v1i4.1809>
28. Hoshen MB, Morse AP. A weather-driven model of malaria transmission. *Malar J.* 2004;3(32). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1475-2875-3-32>
29. Dantas-Torres F, Cameron MM, Colwell DD, Otranto D. A look into the *Medical and Veterinary Entomology* crystal ball. *Med Vet Entomol.* 2014;Suppl(1): 6-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/mve.12066>
30. Vélez ID, Carrillo LM, López L, Rodríguez E, Robledo SM. An epidemic outbreak of canine cutaneous leishmaniasis in Colombia caused by *Leishmania braziliensis* and *Leishmania panamensis*. *Am J Trop Med Hyg.* 2012;86(5): 807-811. Disponible en: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0408>
31. Loíacono MS, Margaría C. (ed. lit.). *Insectos y hombres: una diversidad de interacciones*. 1ª ed. La Plata: Al Margen Ed.; 2010.
32. Vázquez Moreno L. Los insectos, los agricultores y el manejo de la finca. *LEISA Rev Agroeco.* 2012;28(1). Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-28-numero-1/879-los-insectos-los-agricultores-y-el-manejo-de-la-finca>

FELIO BELLO

MSc, PhD

Coeditor

Revista de Medicina Veterinaria

revistamedicinaveterinaria@lasalle.edu.co <http://orcid.org/0000-0002-9913-9365>