



Hemotrópicos y hemoparásitos: desde el microbioma, patobionte y patógenos sanguíneos

Hemotropic and Hemoparasites: From the Microbiome, Pathobiont, and Bloodborne Pathogens

Hemotrópicos e Hemoparasitas: Do Microbioma, Patobiota e Patógenos Sanguíneos

Jaramillo-Hernández, Dumar A¹, Acero-Plazas, Victor M²

*Autor de correspondencia: dumar.jaramillo@unillanos.edu.co

Editorial

Thrusfield (2018), padre de la epidemiología veterinaria, estableció una definición para enfermedad, donde un animal estaba enfermo cuando este no alcanzaba los parámetros zootécnicos – productivos de su especie, raza y condiciones de producción preestablecidas. Dejando claro que la presencia *per se* de un agente asociado al patobionte o agente patogénico, no es sinónimo de enfermedad (Mazmanian et al., 2008). Aquí es donde la *Teoría Ecológica* se utiliza cada vez más para explicar los fenómenos observados en las interacciones microbio-microbio y microbio-hospedero (Gilbert & Lynch, 2019).

Ahora, la vida definida como una actividad sistémica que cataliza la conversión de entropía en información, es decir, la energía se degrada (interacción huésped-parásito-simbiosis) (Margalef, 1992), permite entender la complejidad del término "parásito", agente el cual tiene una dependencia fisiológica y ecológica del hospedero, él cual le proporciona hábitat y recursos para su ciclo de vida (Combes, 2001). Por esta razón,

- 1 MVZ, Esp., MSc., PhD. Escuela de Ciencias Animales, Universidad de los Llanos. Km12 vía Puerto López, Villavicencio, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1377-1747>
- 2 DMV, MSc. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios de Colombia (AMEVEC), Asociación Colombiana de Infectología (ACIN), Bogotá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3202-7086>

La Revista Sistemas de Producción Agroecológicos es una revista de acceso abierto revisada por pares. © 2012. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

OPEN ACCESS



Como citar este artículo / How to cite this article: Jaramillo-Hernández, D., A, y Acero-Plazas, V. M., (2024). Hemotrópicos y hemoparásitos: desde el microbioma, patobionte y patógenos sanguíneos. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 15(1), e-1054. DOI: <https://doi.org/10.22579/22484817.1054>

se estima que el número de especies parásitas es alrededor de 4 veces mayor que el de los taxones de vida libre (Zimmer, 2000). Aunque las parasitosis, enfermedades asociadas a parásitos, pueden desencadenar extinción de otras especies (Cunningham & Daszak, 1998), también están asociadas con biodiversidad, resiliencia de ecosistemas y conservación de otras especies (Thomas et al., 2005).

Desde su clasificación simplista, hay dos grandes grupos de parásitos, los micro y macro parásitos (Pérez, 2009). Los microparásitos establecen altas tasas de reproducción dentro del hospedero, con tiempos de generación cortos y poblaciones inestables; siendo los responsables de enfermedades epidémicas, como lo son algunos virus, bacterias, protozoos. Los macroparásitos se reproducen fuera del hospedero, principalmente, teniendo así poblaciones estables en el tiempo y también son responsables de enfermedades endémicas, ejemplo de este grupo son los helmintos, artrópodos y otros metazoos (Anderson & May, 1979), entre otros agentes patógenos o integrantes del patobionte. Este término se refiere a aquellos microorganismos comensales, que bajo la influencia de un entorno adecuado pueden producir enfermedad o causar una desregulación inflamatoria que conlleva a la patología (Casariego et al., 2016; Moreno del Castillo et al., 2018).

Por otro lado, el microbioma, comunidades microbianas comensales, abrió las puertas de entendimiento del genoma – fenotipo co-participativo, generando en realidad un simbiote (Dethlefsen et al., 2007). Dentro de la población de microbios del microbioma que acompaña un organismo, existe una población que puede ser denominada “Patobionte” (Hornef, 2015), definido como un simbiote que es capaz de promover patología sólo cuando se alteran condiciones genéticas o ambientales específicas en su hospedero (Chow & Mazmanian, 2010).

Recientemente, se estableció que en la sangre también hay la posibilidad de reconocer y estudiar un microbioma (Cheng et al., 2023). El microbioma

sanguíneo está definido por el conjunto de microorganismos vivos presentes en la sangre, “microbioma central” siendo este crucial para la función biológica del hospedero (Risely, 2020), donde la disbiosis, alteración del equilibrio de los microorganismos presentes en ese microbioma sanguíneo, se puede asociar a estados de enfermedad, es decir, patobionte (Cheng et al., 2023).

Los parásitos con capacidad infecciosa son la causa más importante de enfermedad dentro de los sistemas de producción animal y animales de compañía (Jochum & Stecher, 2020). Especialmente, los hemoparásitos juegan en papel preponderante dentro de las enfermedades transmitidas por vectores (Stuen, 2020), los hemoparásitos son patógenos que habitan en el torrente sanguíneo del hospedero e incluyen microorganismos como bacterias, micoplasmas, protozoos y flagelados (Huggins et al., 2019), mientras que los agentes microbianos denominados hemotrópicos, tienen una orientación a ubicarse en células del torrente sanguíneo, estos pueden ser o no parte de un patobionte o ser patógenos (Guimaraes et al., 2014). Otra definición de hemoparásito menciona que son aquellos organismos que infectan y se desarrollan en células sanguíneas (glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas) y pueden causar diversas enfermedades. Los hemoparásitos incluyen una amplia variedad de organismos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos como los protozoos (*Babesia* y *Trypanosoma*) y de otros géneros como *Haemobartonella* y *Anaplasma*, entre otros (Irwin, 2009; Otranto & Dantas-Torres, 2010; Solano-Gallego & Baneth, 2011).

Hoy en día el uso de la denominación hemoparásito o la de agente hemotrópico ha llevado a confusiones técnicas a diferentes clínicos e investigadores, por el uso ambiguo de esta terminología. El mejor ejemplo de esta situación, son los denominados micoplasmas hemotrópicos o “hemoplasmas”, de donde se ha acuñado esta fusión de conceptos (Willi et al., 2010). Los hemoplasmas son bacterias gran negativas, epieritrocíticas obligadas sin pared celular, que infectan numerosas especies ani-

males, incluido el ser humano (De Souza & Ruegg, 2023). Dentro del grupo de hemotrópicos encontramos agentes del género *Mycoplasma* (Messic, 2004) y otros que no son hemotrópicos (Mazaheri et al., 2014).

Por otro lado, la introducción de la caracterización molecular de agentes asociados al patobionte o patógenos, mediante secuenciación del gen 16S rRNA abrió posibilidades de nueva clasificación y reclasificación taxonómica de estos agentes hemotrópicos y hemoparásitos (Gee et al., 2003). Un ejemplo importante son las reclasificaciones de dos géneros de hemoparásitos: *Hemobartonella* y *Eperythrozoon*, en el año 1984 fueron clasificados dentro de la colección *Rickettsiae* (Kreier & Ristic, 1984), en el año 2001 pasaron a ser descritos dentro de la familia Anaplasmataceae (Neimark et al., 2001); y desde el 2001, gracias a la secuenciación del gen 16S rRNA, hacen parte del género *Mycoplasma* (Neimark et al., 2002).

Reuniendo la información dada hasta ahora, el género *Mycoplasma* es un buen ejemplo de agente hemotrópico, dado que se asocia a la membrana celular de los glóbulos rojos de su hospedero, sin originar enfermedad, haciendo parte estable del microbioma sanguíneo (relación comensal), al tiempo que es conocido por su amplio potencial patógeno (patobionte) y también, en otros casos, siendo un patógeno altamente virulento con sus hospederos (Liu et al., 2012; Guimaraes et al., 2014).

Dado este derrotero teórico de posibilidades de uso de tecnicismos para referirse a agentes microbianos parasitarios con capacidad patogénica o no, que tienen tropismo por el torrente sanguíneo, se hace necesario aclarar conceptos alrededor de este tema, y poder definir en la clínica diaria el uso de términos correctos en la búsqueda, diagnóstico y tratamiento de estos agentes.

Referencias

- Anderson, R. M., & May, R. M. (1979). Population biology of infectious diseases: Part I. *Nature*, 280(5721), 361-367. <https://doi.org/10.1038/280361a0>
- Casariego, A., Pérez, A., & Madrazo, J. M. (2016). El proceso vasculítico de las úlceras aftosas recidivantes orales podría ser inducido por una microbiota intestinal alterada. Segunda parte. *Archivos de Alergia e Inmunología Clínica*, 47(1), 38-45. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915325/el-proceso-vasculitico-de-las-ulceras-aftosas.pdf>
- Cheng, H. S., Tan, S. P., Wong, D. M. K., Koo, W. L. Y., Wong, S. H., & Tan, N. S. (2023). The Blood Microbiome and Health: Current Evidence, Controversies, and Challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5633. <https://doi.org/10.3390/ijms24065633>
- Chow, J., & Mazmanian, S. K. (2010). A pathobiont of the microbiota balances host colonization and intestinal inflammation. *Cell Host & Microbe*, 7(4), 265-276. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2010.03.004>
- Combes, C. (2001). *Parasitism: The Ecology and Evolution of Intimate Interactions*. The University of Chicago Press.
- Cunningham, A. A., & Daszak, P. (1998). Extinction of a species of land snail due to infection with a microsporidian parasite. *Conservation Biology*, 12(5), 1139-1141. <https://www.jstor.org/stable/2387588>
- De Souza, F. L., & Ruegg, P. L. (2023). Graduate Student Literature Review: Hemotropic mycoplasmas in cattle. *Journal of Dairy Science*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24120>
- Dethlefsen, L., McFall-Ngai, M., & Relman, D. A. (2007). An ecological and evolutionary perspective on human-microbe mutualism and disease. *Nature*, 449(7164), 811-818. <https://doi.org/10.1038/nature06245>
- Gee, J. E., Sacchi, C. T., Glass, M. B., De, B. K., Weyant, R. S., Levett, P. N., Whitney, A. M., Hoffmaster,

- A. R., & Popovic, T. (2003). Use of 16S rRNA gene sequencing for rapid identification and differentiation of *Burkholderia pseudomallei* and *B. mallei*. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(10), 4647–4654. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.10.4647-4654.2003>
- Gilbert, J. A., & Lynch, S. V. (2019). Community ecology as a framework for human microbiome research. *Nature Medicine*, 25(6), 884–889. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0464-9>
- Guimarães, A. M., Santos, A. P., do Nascimento, N. C., Timenetsky, J., & Messick, J. B. (2014). Comparative genomics and phylogenomics of hemotrophic mycoplasmas. *PloS One*, 9(3), e91445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091445>
- Hornef, M. (2015). Pathogens, commensal symbionts, and pathobionts: Discovery and functional effects on the host. *ILAR Journal*, 56(2), 159–162. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilv007>
- Huggins, L. G., Koehler, A. V., Ng-Nguyen, D., Koehler, A., Ng-Nguyen, D., Wilcox, S., Schunack, B., Inpankaew, T., & Traub, R. (2019). A novel metabarcoding diagnostic tool to explore protozoan haemoparasite diversity in mammals: A proof-of-concept study using canines from the tropics. *Scientific Reports*, 9, 12644. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49118-9>
- Irwin, P. J. (2009). Canine babesiosis: From molecular taxonomy to control. *Parasites & Vectors*, 2(Suppl 1), S4. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S4>
- Jochum, L., & Stecher, B. (2020). Label or concept—what is a pathobiont? *Trends in Microbiology*, 28(10), 789–792. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.04.011>
- Kreier, J. P., & Ristic, M. (1984). Genus III *Haemobartonella*; Genus IV *Eperythrozoon*. En N. R. Krieg & J. G. Holt (Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Liu, W., Fang, L., Li, M., Li, S., Guo, S., Luo, R., Feng, Z., Li, B., Zhou, Z., Shao, G., Chen, H., & Xiao, S. (2012). Comparative genomics of *Mycoplasma*: Analysis of conserved essential genes and diversity of the pan-genome. *PLOS ONE*, 7(4), e35698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035698>
- Margalef, R. (1992). *Planeta azul: Planeta verde*. Barcelona, España: Biblioteca Científica American, Prensa Científica.
- Mazaheri Nezhad Fard, R., Vahedi, S. M., & Mohammadkhan, F. (2014). Haemotropic mycoplasmas (Haemoplasmas): A review. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(5), 1484–1503. https://www.ijabbr.com/article_7347.html
- Mazmanian, S. K., Round, J. L., & Kasper, D. L. (2008). A microbial symbiosis factor prevents intestinal inflammatory disease. *Nature*, 453(7195), 620–625. <https://doi.org/10.1038/nature07008>
- Messick, J. B. (2004). Hemotrophic mycoplasmas (hemoplasmas): A review and new insights into pathogenic potential. *Veterinary Clinical Pathology*, 33(1), 2–13. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2004.tb00342.x>
- Moreno del Castillo, M., Valladares-García, J., & Halabe-Cherem, J. (2018). Microbioma humano. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 61(6), 7–19. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2018.61.6.02>
- Neimark, H., Johansson, K. E., Rikihisa, Y., & Tully, J. G. (2001). Proposal to transfer some members of the genera *Haemobartonella* and *Eperythrozoon* to the genus *Mycoplasma* with descriptions of 'Candidatus *Mycoplasma haemofelis*', 'Candidatus *Mycoplasma*

- haemomuris', 'Candidatus Mycoplasma haemosuis' and 'Candidatus Mycoplasma wenyonii'. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(Pt 3), 891–899. <https://doi.org/10.1099/00207713-51-3-891>
- Neimark, H., Johansson, K. E., Rikihisa, Y., & Tully, J. G. (2002). Revision of haemotrophic Mycoplasma species names. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(Pt 2), 683. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-2-683>
- Otranto, D., & Dantas-Torres, F. (2010). Canine and feline vector-borne diseases in Italy: current situation and perspectives. *Parasites & vectors*, 3, 1-12.
- Pérez, J. M. (2009). Parasites, pests, and pets in a global world: New perspectives and challenges. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18(4), 248–253. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2009.09.003>
- Risely, A. (2020). Applying the core microbiome to understand host-microbe systems. *The Journal of Animal Ecology*, 89(7), 1549–1558. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13229>
- Solano-Gallego, L., & Baneth, G. (2011). Babesiosis in dogs and cats—expanding parasitological and clinical spectra. *Veterinary Parasitology*, 181, 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.023>
- Stuen, S. (2020). Haemoparasites—Challenging and wasting infections in small ruminants: A review. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 10(11), 2179. <https://doi.org/10.3390/ani10112179>
- Thomas, F., Bonsall, M. B., & Dobson, A. P. (2005). Parasitism, biodiversity, and conservation. In F. Thomas, F. Renaud, & J. F. Guégan (Eds.), *Parasitism and Ecosystems*. Oxford University Press.
- Thrusfield, M., & Christley, R. (2018). *Veterinary Epidemiology* (4th ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118280249>
- Willi, B., Novacco, M., Meli, M., Wolf-Jäckel, G., Borretti, F., Wengi, N., Lutz, H., & Hofmann-Lehmann, R. (2010). Haemotropic mycoplasmas of cats and dogs: Transmission, diagnosis, prevalence, and importance in Europe. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 152(5), 237–244. <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000055>
- Zimmer, C. (2000). *Parasite Rex: Inside the Bizarre World of Nature's Most Dangerous Creatures*. Atria Paperback.