

43

Fecha de presentación: enero, 2022

Fecha de aceptación: marzo, 2022

Fecha de publicación: abril, 2022

BABESIOSIS HUMANA, UNA ZOONOSIS EMERGENTE

HUMAN BABESIOSIS, AN EMERGING ZOOONOSIS

Mildre Mercedes Vidal del Río¹

E-mail: mriovidal69@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3496-5057>

Aldemar Alejandro Monsalve Guamán¹

E-mail: aldomonsag@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7106-0746>

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vidal del Río, M. M., & Monsalve Guamán, A. A. (2022). Babesiosis humana, una zoonosis emergente. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S2), 358-363.

RESUMEN

La babesiosis es una zoonosis emergente causada por protozoos intraeritrocíticos del Phylum Apicomplexa transmitidos por garrapatas en todo el mundo, que está aumentando en frecuencia y rango geográfico. El principal evento patológico es la lisis de los eritrocitos que da lugar anemia hemolítica, que en casos graves puede provocar insuficiencia orgánica y muerte, especialmente en pacientes inmunodeprimidos, y aquellos que adquieren la infección a través de transfusiones de sangre. La muerte por babesiosis ocurre en hasta el 20 por ciento de estos grupos. El diagnóstico se confirma con la identificación de parásitos en el interior de los eritrocitos, típicos en un frotis de sangre fina o ADN de Babesia mediante PCR. El tratamiento consiste en atovaquona y azitromicina o clindamicina y quinina, y exanguinotransfusión en casos graves. Las medidas de protección personal y comunitaria pueden limitar la carga de infección, pero es importante reconocer que es probable que ninguna de estas medidas evite la expansión continua de Babesia a áreas no endémicas, lo que deja en claro que la babesiosis humana es un problema grave de salud pública que requiere un seguimiento estrecho y medidas de intervención efectivas.

Palabras clave: Babesiosis, zoonosis emergente, protozoos intraeritrocíticos.

ABSTRACT

Babesiosis is an emerging zoonosis caused by intraerythrocytic protozoa of the Phylum Apicomplexa transmitted by ticks throughout the world, which is increasing in frequency and geographic range. The main pathological event is the lysis of the erythrocytes that gives rise to hemolytic anemia, which in severe cases can cause organ failure and death, especially in immunosuppressed patients, and those who acquire the infection through blood transfusions. Death from babesiosis occurs in up to 20 percent of these groups. The diagnosis is confirmed by the identification of parasites within the erythrocytes, typical in a thin blood smear or Babesia DNA by PCR. Treatment consists of atovaquone and azithromycin or clindamycin and quinine, and exchange transfusion in severe cases. Personal and community protection measures can limit the burden of infection, but it is important to recognize that none of these measures are likely to prevent the continued spread of Babesia to non-endemic areas, making it clear that human babesiosis is a serious problem of public health that requires close monitoring and effective intervention measures.

Keywords: Babesiosis, emerging zoonosis, intraerythrocytic protozoa.

INTRODUCCIÓN

La babesiosis es una enfermedad infecciosa zoonótica similar a la malaria, transmitida principalmente por garrapatas (en su mayoría por la garrapata de patas negras o *Ixodes scapularis*) y con menos frecuencia a través de transfusiones de sangre o por vía transplacentaria, que involucra la infección de los eritrocitos por protozoos de la especie *Babesia* y generalmente conduce a una enfermedad febril aguda y anemia hemolítica (Vannier & Krause, 2012; Rollend et al. 2013). Los microorganismos que ahora se reconocen como babesia fueron descritos por primera vez por Babes en 1888 cuando investigó la causa de hemoglobinuria en ganado febril. Cinco años después, Smith y Kilbourne identificaron una garrapata como el vector de *Babesia bigemina* que causó la fiebre del ganado de Texas, estableciendo así por primera vez transmisión de un agente infeccioso por un vector artrópodo. (Rollend et al. 2013; Gray & Herwaldt, 2019).

La babesiosis en seres humanos se reconoció por primera vez en un paciente esplenectomizado en Europa, sin embargo, la mayoría de los casos se han reportado en el noreste y el medio oeste superior de los Estados Unidos en personas con un bazo intacto y sin antecedentes de deterioro inmunológico. Los casos se notifican esporádicamente en Asia, África, Australia, Europa y América del Sur. La babesiosis comparte muchos aspectos clínicos característicos de la malaria y puede ser fatal, particularmente en los ancianos y los pacientes inmunodeprimidos. (Rollend et al. 2013).

Babesia spp. son parásitos hemoprotozoarios que se transmiten por garrapatas, transfusión de hemoderivados contaminados, trasplante de órganos sólidos o de la madre al feto. Se debe considerar la Babesiosis frente a un paciente en un área endémica con posible exposición a garrapatas que presenta síntomas inespecíficos inexplicables como fiebre junto con fatiga, escalofríos, sudores, dolor de cabeza, mialgias y artralgias. La babesiosis grave requiere hospitalización y puede ir acompañada de complicaciones potencialmente mortales. (Butler-Haughton, 2020).

Las características comunes de laboratorio incluyen trombocitopenia, anemia hemolítica y niveles elevados de transaminasas y fosfatasa alcalina. La sospecha de diagnóstico debe basarse en una combinación de antecedentes del paciente como presentar picadura de garrapata, residencia o viaje a un área endémica de *Babesia*, o receptor de transfusión) y síntomas clínicos (manifestaciones inespecíficas similares a la influenza) (Vannier & Krause, 2020). Se debe confirmar el diagnóstico mediante la visualización de patógenos de *Babesia* en un frotis de

sangre periférica o la amplificación del ADN del patógeno aislado de una muestra de sangre mediante la prueba de reacción en cadena de la polimerasa. Además, la detección serológica de anticuerpos IgG e IgM antibabesiales proporciona información de apoyo. (Sánchez et al. 2016).

Los pacientes asintomáticos generalmente no requieren tratamiento, a menos que la parasitemia dure 3 meses o más, como lo demuestra la detección en frotis de sangre o los resultados positivos de la prueba de reacción en cadena de la polimerasa. Sin embargo, los pacientes con enfermedad activa sintomática requieren tratamiento antimicrobiano según la gravedad de los síntomas. Como opciones de tratamiento el régimen de atovacuona más azitromicina es la terapia de elección para la babesiosis leve a moderada. Sin embargo, se prefiere el régimen de clindamicina más quinina para la babesiosis grave. (Gabielli et al. 2016).

Antes de ser reconocida como una enfermedad zoonótica hace más de 60 años, la babesiosis se conocía como una enfermedad de vertebrados tanto salvajes como domésticos. La babesiosis causada por *Babesia microti* es endémica en el noreste y el medio oeste superior de los Estados Unidos. Otros agentes etiológicos incluyen *Babesia duncani* que se encuentra a lo largo de la costa de EE. UU, *Babesia divergens* reportada principalmente en Europa, *Babesia venatorum* ubicada en China y Europa y *Babesia crassa* limitada a China. (Rollend et al. 2013).

Entre las complicaciones se encuentran disfunción multiorgánica como por ejemplo insuficiencia respiratoria aguda, insuficiencia cardíaca congestiva, insuficiencia renal y hepática, infección o hemólisis. El pronóstico es generalmente favorable en la enfermedad leve a moderada, la mejoría de los síntomas comienza dentro de las primeras 48 horas después del inicio del tratamiento, aunque, la babesiosis grave requiere períodos más largos para la resolución completa de los síntomas. La muerte ocurre hasta en el 10% de los pacientes hospitalizados con enfermedad grave; se producen mayores tasas de mortalidad en pacientes inmunodeprimidos. (Krause et al. 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva y actualizada de artículos científicos de relevancia médica y libros reconocidos dentro de la comunidad de investigadores, en busca de información confirmada y actualizada sobre Babesiosis en seres humanos. Con este fin se utilizó lectura comprensiva y crítica para recolectar datos específicos de revistas indexadas como

SciELO, Elsevier, Redalyc y Latindex. De la misma manera se utilizaron otras fuentes como buscadores, por ejemplo, Google Académico y plataformas como Publish or Perish y de esta manera enriquecer la investigación.

A su vez se indagó en bases de datos como PUBMED y MEDLINE, que son fuentes especializadas en información científica. Adicionalmente, en aras de encontrar información actualizada se tomó como referencia los boletines la Organización Mundial de la Salud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen 22 vectores confirmados de 18 especies de Babesia que infectan animales agrícolas o de compañía o humanos. La mayoría de las especies de garrapatas transmiten solo una especie de Babesia de importancia económica o médica, y la mayoría de las especies de Babesia spp. son transmitidas por relativamente pocas especies de garrapatas; sin embargo, *B. caballi* tiene 7 vectores confirmados. Aunque los humanos pueden ser huéspedes accidentales de garrapatas *Ixodes* spp., muy pocas especies transmiten Babesiosis zoonótica. (Kliegman et al. 2020).

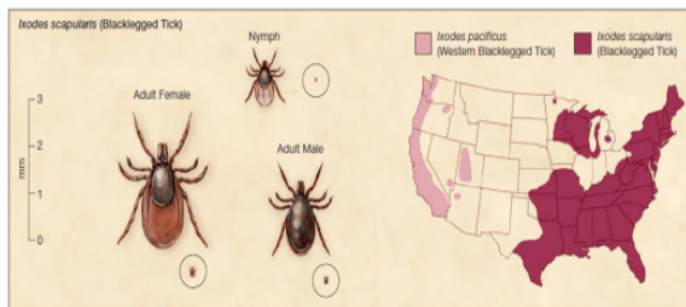


Figura 1. Ixodes Escapularis

Fuente: Sánchez, et al. (2016).

La transmisión de babesia en los seres humanos se produce a través de los reservorios vertebrados por la especie de garrapatas *Ixodes ricinus*. El reservorio principal de la causa más común de babesiosis en las personas (*B. microti*) es el ratón blanco (*Peromyscus leucopus*) y su principal agente causal es *Ixodes scapularis*, comúnmente conocida como garrapata de patas negras; que a su vez, es el agente causal de otras enfermedades como la enfermedad de Lyme, de la anaplasmosis granulocítica humana, la *Borrelia miyamotoi*, el agente de la ehrlichiosis tipo *Ehrlichia muris* y el virus Powassan, y puede transmitir simultáneamente dos o más microorganismos. (Steffen et al. 2022).

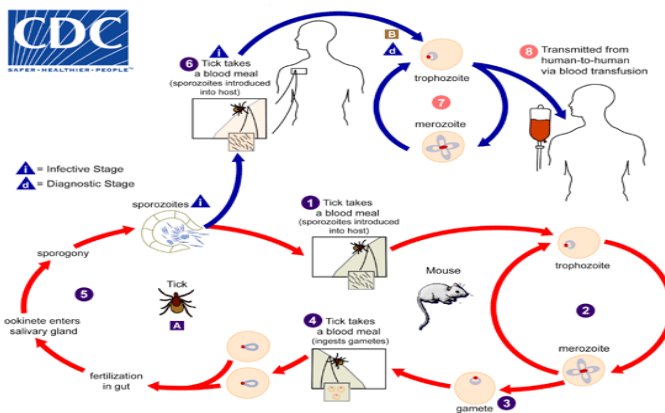


Figura 2. Ciclo de vida de Babesia microti

Fuente: Centers for Disease Control and Prevención. (2018).

En la Figura 2 se describe el ciclo de vida de Babesia microti que incluye dos hospedadores, el primero es principalmente el ratón de patas blancas, *Peromyscus leucopus*, y una garrapata de la especie *Ixodes*. Mientras que una garrapata infectada con Babesia spp. ingiere sangre, introduce esporozoitos en el ratón hospedador. (Número 1) Los esporozoitos se introducen en los eritrocitos y se reproducen asexualmente, a este proceso se lo denomina gemación. (Número 2) En la sangre, los gametos de algunos parásitos se diferencian entre masculinos y femeninos. (Número 3). El huésped definitivo es la garrapata. Una vez ingeridos por una garrapata apropiada. (Número 4) Cuando los gametos se unen, experimentan un ciclo esporogónico que culmina con la aparición de esporozoitos. (Número 5) La transmisión vertical o hereditaria también conocida como transovárica se ha documentado para las especies de Babesia “grandes”, pero no para las “pequeñas”, como es el caso de Babesia microti (Letra A). (Centers for Disease Control and Prevención, 2018).

Los seres humanos ingresan en el ciclo cuando son mordidos por garrapatas infectadas. Durante una ingestión de sangre, una garrapata infectada con Babesia introduce esporozoitos en el huésped humano. (Número 6) Los esporozoitos entran en los eritrocitos (Letra B) y experimentan una replicación asexual (gemación). (Número 7) La multiplicación de los parásitos en su etapa sanguínea es la responsable de las manifestaciones clínicas de la enfermedad. Los humanos suelen ser huéspedes sin salida. Sin embargo, se ha demostrado que la transmisión entre seres humanos se produce a través de transfusiones de sangre contaminada (Número 8). (Centers for Disease Control and Prevención, 2018).

Epidemiología

La mayoría de *Babesia* spp. son pequeñas (de 1 a 5 μm de longitud) y tienen forma de pera, redondas u ovaladas. *Babesia microti* tiene el genoma nuclear más pequeño de todos los parásitos en la familia Apicomplexa estudiados hasta ahora y tiene el requerimiento metabólico mínimo de protozoos intraeritrocíticos (Silva et al. 2016). A lo largo de la historia, se han identificado más de 100 *Babesia* spp. en animales salvajes y domésticos. Las especies de babesia que infectan el ganado han tenido un impacto económico significativo a nivel mundial e incluyen *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Babesia divergens* y *Babesia major*. Otros animales infectados por *Babesia* spp. incluyen caballos (*Babesia caballi*), perros (*Babesia canis*), gatos (*Babesia felis*), ciervos (*Babesia odocoli*) y roedores (*Babesia microti*). (Lemieux et al. 2016).

Se ha descrito pocas especies de *Babesia* que causan enfermedades en los seres humanos, estas incluyen, *Babesia microti*, el patógeno tipo *Babesia crassa*, *Babesia divergens*, *Babesia duncani*, *Babesia venatorum*, *Babesia* spp. XXB/HangZhou y KO1 (Rollend et al. 2013). La distribución geográfica de la babesiosis imita la de las garrapatas *Ixodes dammini* o también conocidas como *Ixodes scapularis* de cuerpo duro y sus hospedadores vertebrados, por ejemplo, perros, gatos, ganado y roedores. El reservorio principal de la babesiosis en el noreste de los Estados Unidos es el ratón de patas blancas que es el hospedador de ninfas de *Ixodes dammini* y el venado de cola blanca que contiene adultos de *Ixodes dammini*. Los casos esporádicos de babesiosis también ocurren con gracias a la garrapata y sus hospedadores vertebrados. (Bope & Kellerman, 2015).

Epidemiología en Estados Unidos

Aproximadamente 2000 casos se notifican anualmente a los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), aunque la seroprevalencia y los estudios epidemiológicos sugieren una mayor incidencia. La mayoría de los casos son causados por *Babesia microti* y ocurren en el noreste (de Maine a Maryland) y el medio oeste (Minnesota, Wisconsin). El número de casos y el rango geográfico de babesiosis ha aumentado constantemente en las dos últimas décadas. Se producen casos esporádicos de infección por *Babesia duncani* a lo largo de la costa del Pacífico. (Kliegman et al. 2020).

Epidemiología en Europa

En esta región se han atribuyen las infecciones por *B. divergens*, *B. microti* y *B. venatorum* a la garrapata del ganado, *Ixodes ricinus*. Aproximadamente 50 casos se han atribuido a *B. divergens*. La mayoría han ocurrido en

Francia e Irlanda, particularmente en regiones con ganadería extensiva, sin embargo, también se han informado casos en Croacia, Polonia, Finlandia, Suecia, Noruega, Portugal, España, Turquía y Georgia. *Babesia venatorum* se describió por primera vez como EU-1 y se han descrito en Suecia, Alemania, Austria e Italia. Solo se han identificado tres casos de *B. microti* en Europa (Alemania y Polonia) y dos de ellas fueron infecciones asintomáticas. (Kliegman et al. 2020).

Epidemiología en Asia

La babesiosis causada por *B. microti* se ha documentado en Taiwán, Japón y China continental, particularmente a lo largo de la frontera con Myanmar. La infección por *B. venatorum* se documentó por primera vez en la Región autónoma de Xinjiang en el noroeste de China y posteriormente reconocida como endémica en la provincia nororiental de Heilongjiang. Organismos similares a *B. crassa*, que típicamente infectan ovejas, fueron identificadas recientemente en esta provincia como el agente etiológico de una enfermedad febril leve a moderada. En la provincia de Zhejiang, en el sureste de China, se describió recientemente un caso leve causado por una nueva *Babesia* spp. XXB / HangZhou. En Corea del Sur, se desarrolló un caso aislado severo de babesiosis en una mujer esplenectomizada causado por KO1 estrechamente relacionado con los encontrados en ovejas. (Jia et al. 2018).

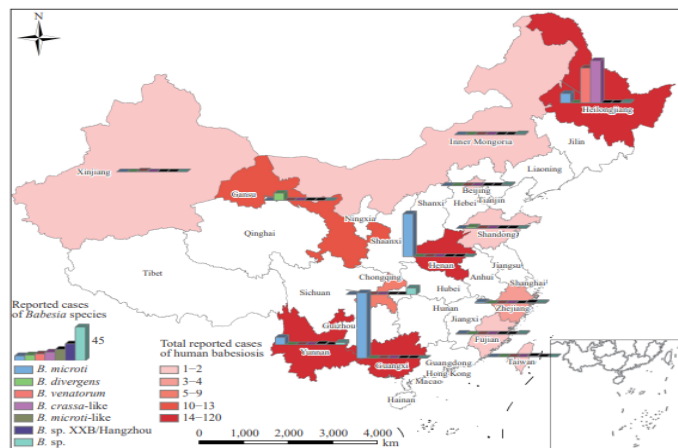


Figura 3 Distribución de Babesiosis Humana en China desde 1944 hasta 2019

Fuente: Chen et al., (2020).

El primer caso de infección por *Babesia* en China se remonta a 1944 cuando se examinó el frotis sanguíneo de un paciente sospechoso de malaria en Chongqing y demostró que el paciente estaba infectado con *Babesia* según un análisis de las características morfológicas de los protozoos (22,23). En la Figura 3 se describe la

distribución de más de 314 casos de babesiosis o infección asintomática que han sido reportados en China entre 1944 y 2019, distribuidos en 14 divisiones administrativas a nivel provincial (PLAD). (Chen et al. 2020).

Epidemiología en Resto del Mundo

La enfermedad causada por *B. microti* se ha documentado en Nueva Gales del Sur - Australia, Manitoba - Canadá y Yucatán - México (Peniche-Lara et al. 2018). En países latinoamericanos como Bolivia y Brasil se reportaron infecciones asintomáticas por *Babesia microti*, en estos casos la proximidad con el ganado explica mejor los síntomas asintomáticos. En Cuba, Colombia y Brasil se ha informado infección por *B. bovis* o *B. bigemina*. De igual manera, se han reportado tres casos en Egipto, uno de los cuales probablemente fue adquirido de un perro mascota. En África meridional, se diagnosticó babesiosis en dos pacientes que viajaron recientemente a Namibia y Zimbabue. (Kliegman et al. 2020).

Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones primarias incluyen fiebre, hemólisis intravascular y trombocitopenia. Las manifestaciones clínicas pueden ser tanto subclínicas como potencialmente mortales (Peniche-Lara et al. 2018). La enfermedad causada por infección de *Babesia* spp. presenta un cuadro clínico bastante inespecífico, y en su mayoría provoca una infección asintomática o a su vez presenta síntomas leves similares a los de la malaria no complicada o la de una viriasis. La sintomatología se presenta después de una o algunas semanas de que ocurra la infección, esta incluye escalofríos, astenia, hipertermia intermitente, escalofríos, dolores de cabeza, anorexia y artromialgias. El cuadro clínico se resuelve en 1-2 semanas; sin embargo, la anemia y el cansancio tienen la posibilidad de persistir a lo largo de varios meses. (Borstnar & López, 2020).

Los pacientes inmunodeprimidos en especial, aquellos que muestran alteraciones de los linfocitos T CD4, esplenectomizados y ancianos padecen cuadros más graves, que se caracterizan por la aparición de complicaciones clínicas como edema de pulmón, insuficiencia respiratoria aguda, insuficiencia renal o hepática, coagulación vascular esparcida o insuficiencia cardíaca congestiva, rotura esplénica, coma y un curso que podría ser fulminante y provocar el óbito, algunas veces inclusive tras la instauración de un procedimiento antimicrobiano conveniente. En dichos pacientes, la patología además puede recidivar a menudo. (Borstnar & López, 2020).

Prevención y control

Se pueden tomar medidas para reducir el riesgo de babesiosis y otras infecciones transmitidas por garrapatas. El uso de medidas de prevención es especialmente importante para las personas con mayor riesgo de babesiosis grave. La mejor defensa es evitar la exposición a los hábitats de las garrapatas. *Babesia microti* se transmite por garrapatas *Ixodes scapularis*, que se encuentran principalmente en áreas boscosas, con matorrales o cubiertas de hierba, en ciertas regiones y estaciones. No existe ninguna vacuna que se pueda emplear como prevención y protección para las personas contra la babesiosis. Sin embargo, las personas que viven viajan o trabajan en áreas infestadas de garrapatas pueden tomar medidas simples para protegerse contra las picaduras de garrapatas y las infecciones transmitidas por garrapatas. (Farah et al. 2012).

Los productos que contienen N, N -dietil-3-metilbenzamida (DEET) se pueden aplicar directamente sobre la piel expuesta y la ropa, para ayudar a mantener alejadas a las garrapatas. La etiqueta del producto incluye detalles sobre cómo y dónde aplicar el repelente, con qué frecuencia volver a aplicarlo y cómo usarlo de manera segura en los niños. Los productos de permetrina se pueden aplicar a la ropa / botas (no a la piel), en realidad eliminan a las garrapatas que entran en contacto con la ropa tratada y, por lo general, siguen siendo eficaces tras varios lavados. Después de las actividades al aire libre, se recomienda realizar controles diarios de garrapatas y eliminar rápidamente cualquier garrapata que se encuentre. Las ninfas de *I. scapularis* que suelen propagar *B. microti* son tan pequeñas que se pasan por alto fácilmente. Pero generalmente deben permanecer unidos a una persona durante más de 36 a 48 horas para poder transmitir el parásito. (Centers for Disease Control and Prevención. 2018).

CONCLUSIONES

A pesar de su relativa facilidad de diagnóstico con la ayuda de exámenes de laboratorio, esta enfermedad se sigue maldiagnosticando como malaria lo cual puede significar contraproducente para el paciente.

Esta enfermedad se puede distribuir fácilmente a lo largo de regiones ganaderas debido a sus hospedadores vertebrados y sus vectores, las garrapatas *Ixodes* spp. y se considera un riesgo laboral en esta rama; sin embargo, no se limita a pacientes expuestos a la ganadería sino también a personas que realizan caminatas en campos abiertos en donde abundan los roedores y otros animales que pueden ser hospedadores de estos protozoos intraeritrocíticos. Es por esto por lo que se debe socializar las

formas de prevención en la población en general, pero enfatizando en poblaciones rurales en las que la ganadería es su actividad económica principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bope, E. T., & Kellerman, R. D. (2015). *Conn's current therapy 2016*. Elsevier Health Sciences.
- Borstnar, C. R., & López, F. C. (Eds.). (2020). *Farreras Rozman. Medicina Interna*. Elsevier Health Sciences.
- Butler-Haughton, M. (2020). Babesiosis. *Workplace Health & Safety*, 68(11), 545-545.
- Centers for Disease Control and Prevención. (2018). Parasites-Babesiosis. <https://www.cdc.gov/parasites/babesiosis/biology.html>
- Chen, M., Liu, Q., Xue, J., Chen, S., Huang, D., Yu, Y., ... & Chen, J. (2020). Spreading of Human Babesiosis in China: Current Epidemiological Status and Future Challenges. *China CDC Weekly*, 2(33), 634.
- Farah, J. M., del Risco, F. D. L. V., Espinosa, A. B., & Salvador, A. S. F. (2012). Coinfección de babesiosis y ehrlichiosis: Un caso en Cartagena de Indias, Colombia. *Revista Ciencias Biomédicas*, 3(2), 339-345.
- Gabrielli, S., Totino, V., Macchioni, F., Zuñiga, F., Rojas, P., Lara, Y., ... & Cancrini, G. (2016). Human Babesiosis, Bolivia, 2013. *Emerging infectious diseases*, 22(8), 1445.
- Gray, E. B., & Herwaldt, B. L. (2019). Babesiosis surveillance. *Centers for Disease Control and Prevention*.
- Jia, N., Zheng, Y. C., Jiang, J. F., Jiang, R. R., Jiang, B. G., Wei, R., ... & Cao, W. C. (2018). Human Babesiosis Caused by a Babesia crassa-Like Pathogen: A Case Series. *Clinical Infectious Diseases*, 67(7), 1110-1119.
- Kliegman, R. M., Geme III, J. W. S., Blum, N., Shah, S. S., & Tasker, R. C. (Eds.). (2020). *Nelson. Tratado de pediatría*. Elsevier Health Sciences.
- Kliegman, R. M., Geme III, J. W. S., Blum, N., Shah, S. S., & Tasker, R. C. (Eds.). (2020). *Nelson. Tratado de pediatría*. Elsevier Health Sciences.
- Krause, P. J., Auwaerter, P. G., Bannuru, R. R., Branda, J. A., Falck-Ytter, Y. T., Lantos, P. M., ... & Wormser, G. P. (2021). Clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America (IDSA): 2020 guideline on diagnosis and management of Babesiosis. *Clinical Infectious Diseases*, 72(2), e49-e64.
- Lemieux, J. E., Tran, A. D., Freimark, L., Schaffner, S. F., Goethert, H., Andersen, K. G., ... & Sabeti, P. C. (2016). A global map of genetic diversity in Babesia microti reveals strong population structure and identifies variants associated with clinical relapse. *Nature microbiology*, 1(7), 1-7.
- Peniche-Lara, G., Balmaceda, L., Perez-Osorio, C., & Munoz-Zanzi, C. (2018). Human Babesiosis, Yucatán State, Mexico, 2015. *Emerging infectious diseases*, 24(11), 2061.
- Rollend, L., Bent, S. J., Krause, P. J., Usmani-Brown, S., Steeves, T. K., States, S. L., ... & Diuk-Wasser, M. A. (2013). Quantitative PCR for detection of Babesia microti in Ixodes scapularis ticks and in human blood. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 13(11), 784-790.
- Sánchez, E., Vannier, E., Wormser, G. P., & Hu, L. T. (2016). Diagnosis, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: a review. *Jama Network Open*, 3(16), 1767-1777.
- Silva, J. C., Cornillot, E., McCracken, C., Usmani-Brown, S., Dwivedi, A., Ifeonu, O. O., ... & Mamoun, C. B. (2016). La diversidad de todo el genoma y el perfil de expresión génica de los aislamientos de Babesia microti identifican genes polimórficos que median en las interacciones huésped-patógeno. *Informes científicos*, 6(1), 1-15.
- Steffen, A., Xiong, Y., Georgieva, R., Kalus, U., & Bäuml, H. (2022). Bacterial safety study of the production process of hemoglobin-based oxygen carriers. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 13(1), 114-126.
- Vannier, E., & Krause, P. J. (2012). Human babesiosis. *New England Journal of Medicine*, 366(25), 2397-2407.
- Vannier, E., & Krause, P. J. (2020). Babesiosis. *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*.