



MALARIA Y COVID-19 EN COMUNIDADES NATIVAS DE AMAZONAS, PERÚ

MALARIA AND COVID-19 IN NATIVE COMMUNITIES OF AMAZONAS, PERU

Cecilia Pajuelo-Reyes¹, Luis M. Rojas^{1,2}, Christian J. Campos^{1,2}, Milagros Saavedra-Samillan¹, Juan R. Tejedo^{1,3}, Pershing Bustamante², Stella M. Chenet^{1,4}, Rafael Tapia-Limonchi^{1,4}

RESUMEN

Introducción: En los últimos años, el número de casos de malaria en las comunidades nativas de Condorcanqui, Amazonas, ha aumentado considerablemente. La malaria por *Plasmodium vivax* es endémica en la región y en 2019 fue reportada la reintroducción de *P. falciparum*. **Objetivo:** En este estudio, recopilamos y analizamos los datos de malaria y COVID-19 reportados por la Dirección Regional de Salud (DIRESA) durante el 2020. **Métodos:** Además, realizamos un análisis de razón de posibilidades "odds ratio" para evaluar las asociaciones significativas entre los síntomas de la COVID-19 y las infecciones previas de malaria. En el 2020, se reportaron 1547 casos de malaria (97% por *P. vivax*) y 5968 de COVID-19. **Resultados:** Por otro lado, 96 pacientes contrajeron COVID-19 después de contraer una infección de malaria. De éstos, 87 eran sintomáticos (90,6%) y en su mayoría adultos de 30 a 59 años (62,3%). Además, encontramos que las infecciones previas de malaria están asociadas a la presencia de síntomas como fiebre, tos, dolor de garganta y dificultad respiratoria. Sin embargo, no hubo asociación significativa entre estos pacientes y la hospitalización o la muerte. **Conclusiones:** Nuestro análisis sugiere que las infecciones previas por malaria podrían afectar la sintomatología de la COVID-19, lo que destaca la importancia de un programa continuo de control y vigilancia de la malaria para evitar posibles sindemias con la COVID-19.

Palabras claves: Malaria; COVID-19; Enfermedad tropical; Sindemia. (Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Introduction: In recent years, the number of malaria cases in native communities from Condorcanqui, Amazonas has considerably increased. *Plasmodium vivax* malaria is endemic in the region and the re-introduction of *Plasmodium falciparum* was reported in 2019. **Objective:** Here, we compiled and analyzed malaria and COVID-19 data reported by the Dirección Regional de Salud (DIRESA) during the 2020. **Methods:** Additionally, we performed an odds ratio analysis to evaluate significant associations between COVID-19 symptoms and previous malaria infections. In 2020, 1547 malaria (97% were *P. vivax*) and 5968 COVID-19 cases were reported. Furthermore, 96 patients got COVID-19 after getting a malaria infection. **Results:** From these, 87 were symptomatic (90.6%), and mostly adults, ages 30 to 59 (62.3%). Also, we found that malaria previous infections represent a risk for the presence of symptoms such as fever, cough, throat pain, and respiratory difficulty. Nevertheless, there was no significant association between these patients and hospitalization or death. **Conclusions:** Our analysis suggests that previous malaria infections might affect COVID-19 symptomatology, which highlights the importance of a continuing control and surveillance malaria program to avoid potential syndemics with COVID-19.

Keywords: Malaria; COVID-19; Disease; Syndemic. (Source: MeSH NLM).

¹ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Instituto de Enfermedades Tropicales (IET), Perú

² Dirección Regional de Salud de Amazonas (DIRESA), Amazonas, Perú

³ Department of Molecular Biology and Biochemical Engineering, Universidad Pablo de Olavide Seville, Spain.

⁴ Instituto de Investigaciones en Ciencias Biomédicas, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Citar como: Pajuelo-Reyes C, M. Rojas L, J. Campos C, Saavedra-Samillan M, R. Tejedo J, Bustamante P, M. Chenet S, Tapia-Limonchi R. Malaria y COVID-19 en comunidades nativas de Amazonas, Perú. Rev Fac Med Hum. 2022;22(3):533-539. doi: 10.25176/RFMH.v22i3.5044

Journal home page: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH>

Artículo publicado por la Revista de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Ricardo Palma. Es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons: Creative Commons Attribution 4.0 International, CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con revista.medicina@urp.pe





INTRODUCCIÓN

La malaria es una enfermedad muy extendida en todo el mundo y especialmente en las regiones tropicales y subtropicales. En el Perú, los casos representan el 6% del total de toda América. Durante el 2021, la mayoría de los casos se presentaron en Loreto (84,6%), Amazonas (9,8%), Junín (3,4%) y San Martín (0,8%)⁽¹⁾.

En particular, las comunidades nativas son las más afectadas. Estas poblaciones carecen de servicios básicos (como electricidad o agua potable) y el medio de transporte principal es a través de vía fluvial. La provincia de Condorcanqui, en el lado nororiental de la región Amazonas en Perú, cuenta con más de 300 comunidades nativas y 42.700 habitantes, con una población mayoritaria de las etnias Awajun y Wampis. Aquí, la malaria es endémica y las infecciones por *P. vivax* tienen una mayor prevalencia que las infecciones por *P. falciparum*. Entre 2015 y 2018, únicamente cuatro casos importados de *P. falciparum* fueron reportados. Durante el 2020, se notificó un brote de *P. falciparum*, lo que aumentó el riesgo de gravedad y mortalidad por malaria⁽²⁾. Por otro lado, la COVID-19 ha tenido una considerable transmisión en estas poblaciones, con una incidencia acumulada alta de 63,84/1000 habitantes y una tasa de mortalidad muy inferior (0,95%) a la media nacional⁽³⁾.

A pesar de la posible infección concurrente de COVID-19 y malaria, se sabe poco sobre la evolución clínica de los pacientes coinfectados. La inmunomodulación inducida por malaria ha mostrado tener un efecto protector contra manifestaciones severas de infecciones virales respiratorias⁽⁴⁾. Un estudio en Kenia mostró que niños hospitalizados con diagnóstico de Influenza y Malaria tuvieron menos probabilidad de progresar a un distrés respiratorio que aquellos que padecían solo influenza⁽⁵⁾.

Además, se encontró que la co-infección suprime la producción de citoquinas pulmonares y disminuye el reclutamiento de células inmunes al pulmón⁽⁶⁾. El impacto de la malaria en los resultados clínicos de COVID-19 han permanecido aún sin abordar por estudios longitudinales.

En este estudio, presentamos un análisis preliminar de la epidemiología de la malaria en las comunidades nativas de Condorcanqui, Amazonas, Perú y evaluamos

el impacto de la pandemia COVID-19 durante el año 2020. Este es uno de los primeros estudios que describe el comportamiento de COVID-19 en un área endémica para malaria. Por lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión analítica sobre la situación actual de COVID-19 y Malaria en la Amazonía peruana.

MÉTODOS

Diseño y área de estudio

La Dirección Regional de Salud - Amazonas (DIRESA-Amazonas), en colaboración con la Red de Salud de Condorcanqui y el Instituto de Enfermedades Tropicales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, ha realizado un análisis de los datos de infecciones de Malaria que han sido reportados en las comunidades nativas de Rio Santiago, provincia Condorcanqui, región Amazonas durante el 2020. 2020, estos datos forman parte de un análisis epidemiológico de las instituciones mencionadas anteriormente. Adicionalmente, se realizó el análisis de casos de COVID-19 en la provincia de Condorcanqui, confirmados serológicamente y notificados durante el año 2020.

La base de datos consta de información demográfica abierta, características clínicas e historial de contacto. Esta investigación fue realizada como parte de la vigilancia epidemiológica aprobada por la DIRESA-Amazonas.

Sitio de estudio

La Provincia de Condorcanqui está ubicada en la selva norte de la Región Amazonas del Perú, y forma parte de la Cuenca del Marañón. Esta provincia limita con la República del Ecuador al Noroeste; la región de Loreto al Este, y con las provincias de Bagua, Utcubamba y Bongará al Sur. Condorcanqui tiene tres distritos: Nieva, El Cenepa y Río Santiago, y tiene una extensión de 17.892 Km², con una población estimada de 42.470 habitantes⁽⁷⁾. El accidentado relieve de esta comarca cuenta con una extensa red fluvial constituida por el río Marañón y sus afluentes Cenepa, Nieva y Santiago,



además de un gran número de arroyos de diferentes caudales y tamaños. Condorcanqui tiene un clima de trópico húmedo con temperaturas que pueden alcanzar los 35 °C, precipitaciones medias anuales en torno a los 4.800 mm y humedad relativa superior al 90%. La temporada de lluvias ocurre entre octubre a diciembre, pero podría extenderse hasta mayo⁽⁸⁾.

En este estudio recopilamos y analizamos los datos de malaria y COVID-19 informados por la DIRESA- Amazonas durante el año 2020. Además, realizamos un análisis de razón de posibilidades “odds ratio” con un 95% de intervalo de confianza para evaluar asociaciones significativas entre los síntomas de la COVID-19 y una infección previa de malaria. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa IBM SPSS Statistics (versión 21.0), y los gráficos fueron hechos usando GraphPad Prism (versión 8). El mapa de calor se realizó usando la versión 3.10.8 de QGIS para evaluar la distribución espacial de los casos de malaria y

COVID-19 en Condorcanqui.

RESULTADOS

El análisis descriptivo a partir de la información recogida de las bases de datos abiertas de la DIRESA- Amazonas, muestra que durante el 2020 en las comunidades nativas ubicadas a lo largo del Río Santiago la transmisión del virus SARS-CoV-2 se dio en una población afectada por malaria. Así, se reportaron 1,547 casos de malaria (97% por *P. vivax*) y 5,968 casos de COVID-19 en Condorcanqui (Figura 1, 2A).

Santa María de Nieva es la capital de la provincia de Condorcanqui, solo en esta ciudad se reportaron 1792 casos de COVID-19, distribuyéndose el resto de casos entre los demás distritos de la provincia. Sin embargo, las comunidades del distrito de Río Santiago fueron afectadas por ambas enfermedades Malaria y COVID-19 (Figura 1). Durante el 2020, el mayor reporte de casos de malaria se dio en las primeras diez semanas y coincide con la búsqueda activa por investigación de brote donde se encontró la reemergencia de *P. falciparum*

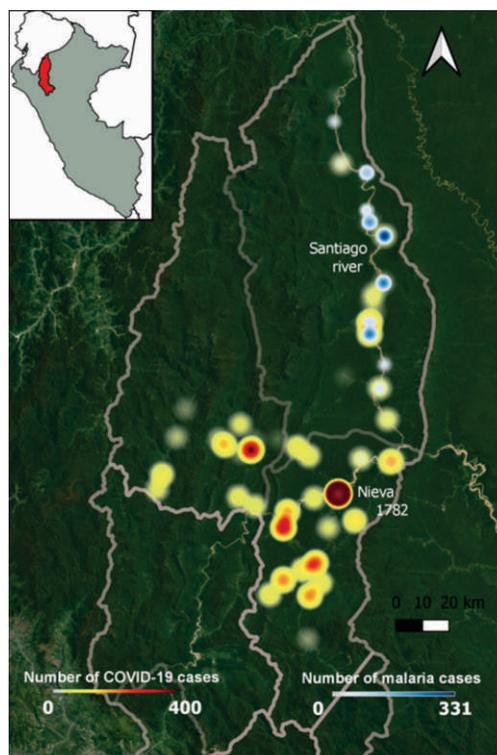
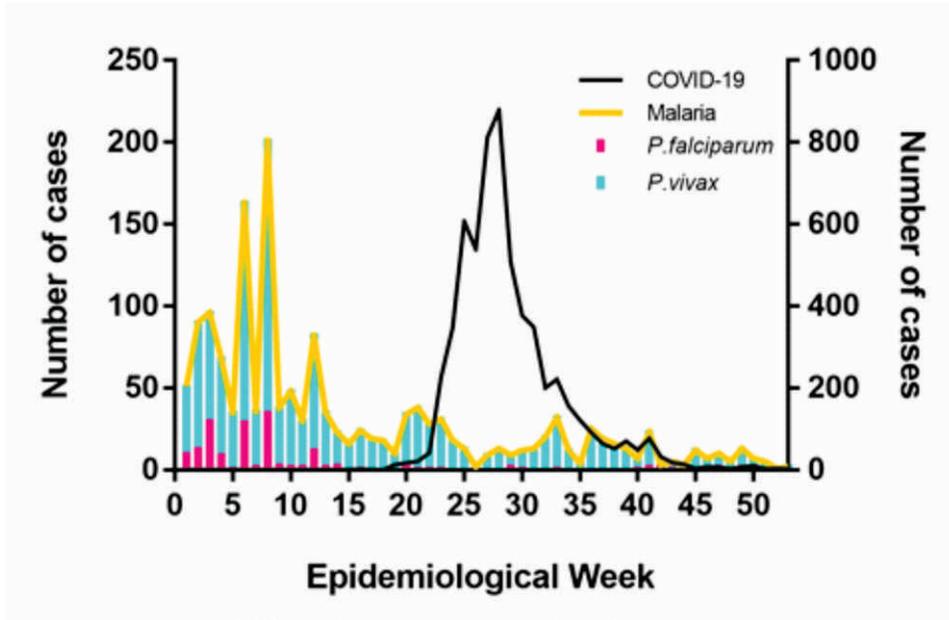


Figura 1. Número acumulado de casos de COVID-19 y malaria en 54 localidades de la provincia de Condorcanqui y su capital Nieva durante 2020.

Nieva reportó el mayor número de casos de COVID-19 con un total de 1782 en 2020.
Casos de COVID-19 en escala roja y casos de malaria en escala azul.

después de 13 años. Mientras que el pico de casos de COVID-19 se reportó entre las semanas 25 y 30. La disminución en el reporte de casos de malaria durante el estado de emergencia evidencia como la vigilancia de la malaria se vio afectada (Figura 2A). En cuanto al

grupo etario más afectado por malaria fue el de niños (Figura 2B).menores de 11 años (48,4%) y para los casos de COVID-19 afectó en su mayoría a adultos entre 30 a 59 años (62,3%)



A. Número de casos por semana epidemiológica en 2020.

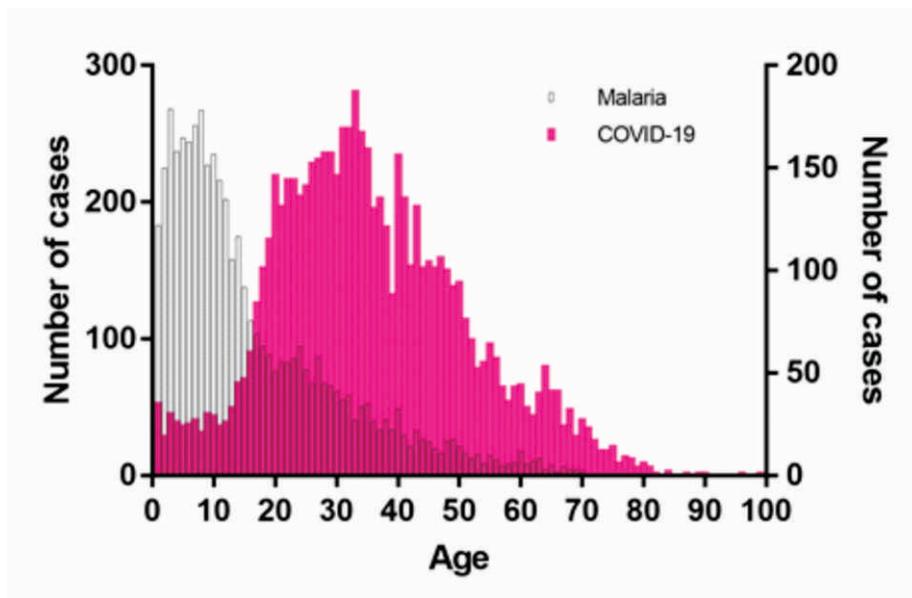


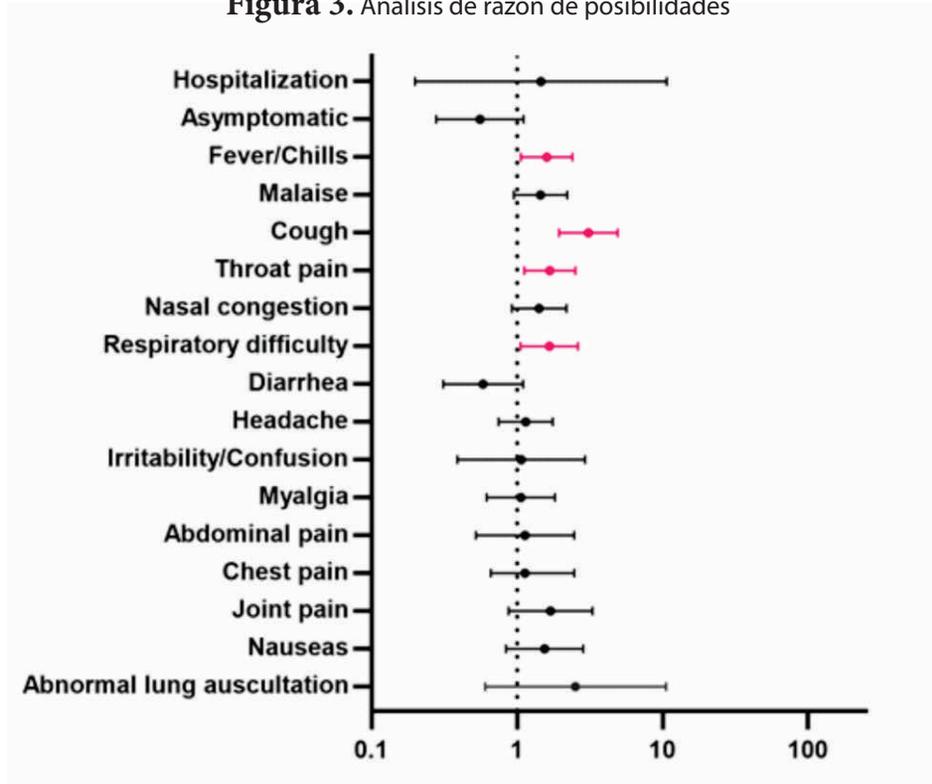
Figura 2. COVID-19 y malaria en Condorcanqui .

B. Distribución por edades de casos confirmados de COVID-19 y malaria.

Con la finalidad de medir la asociación entre una infección previa de malaria y la sintomatología por COVID-19, se aplicó un análisis de "odds ratio". Se encontró que, el haber padecido malaria previamente, se asocia significativamente con la presencia de síntomas de COVID-19 como fiebre, tos, dolor de

garganta y dificultad respiratoria. Sin embargo, respecto a la hospitalización o muerte por COVID-19 no se encontró asociación significativa para estos pacientes. Asimismo, no se observa significancia con síntomas como dolor de pecho o con sonidos anormales en pulmones (Figura 3).

Figura 3. Análisis de razón de posibilidades



Riesgo de sintomatología en casos de COVID-19 con una infección previa a malaria. Los factores significativos están en rosa.

En la relación entre infecciones recurrentes de malaria y sintomatología por COVID-19 tampoco se encontró significancia estadística. Finalmente, cuatro personas fueron diagnosticadas con malaria y COVID-19 en un periodo menor a 30 días. Estas no presentaron síntomas severos de COVID-19 y se recuperaron sin requerir hospitalización.

DISCUSIÓN

Para el 2022, en América, el Perú ocupa el quinto lugar en número de infecciones confirmadas por Sars-COV-2 con 3,581,524 casos, mientras que por número de muertes el Perú ocupa el segundo lugar con 213,205⁽¹¹⁾.

La región nor-oriental del país, alberga alrededor de 210,000 nativos de diferentes etnias. Estas comunidades muchas veces viven aisladas y en condiciones que las hacen vulnerables a diversas enfermedades transmisibles tropicales y en la actualidad a COVID-19⁽¹²⁾. Durante la pandemia, a nivel mundial, el foco de atención estuvo sobre COVID-19, por lo que los esfuerzos para cortar la transmisión comunitaria provocaron la desatención de otras enfermedades como la malaria, acentuándose el problema en países endémicos, como en muchos países de África^(13,14) y en el Perú⁽¹⁵⁾.

Después de Iquitos, Amazonas es la segunda región con más casos de malaria, concentrándose principalmente en el distrito de Río Santiago, provincia de Condorcanqui. Este comportamiento se evidencia desde el año 2010 debido a la transmisión de *P. vivax*, notándose un incremento de casos desde el 2019 y en 2020 el aumento inusual de infecciones por *P. falciparum* en la región⁽²⁾. Aunque es posible que las medidas restrictivas por pandemia afecten el real impacto sobre la transmisión de la malaria, no se descarta una subestimación de la situación, debido a la reducción de medidas de control y un consecuente resurgimiento de malaria o expansión a otras áreas limítrofes como Amazonas.

Como lo reportado para Iquitos, donde se observa una notable reducción del número de casos posterior a la intervención por el programa del Ministerio de Salud "Malaria Cero"⁽¹⁵⁾. Aunque son datos oficiales, las restricciones ocasionadas por el estado de emergencia y el limitado acceso a las comunidades, podrían haber ocasionado que la data esté subestimada.

La circulación de la malaria, podría aumentar la susceptibilidad a la enfermedad por COVID-19 y afectar los índices de morbilidad y mortalidad. Sin embargo, existen reportes de la importancia del balance de la respuesta inmunológica frente a infecciones, y la posibilidad de que la co-infección con *Plasmodium*, pueda tener efectos favorables.

Recientemente se ha reportado que la respuesta inmunológica que aparece durante la infección por malaria podría proteger contra la infección por Sars CoV-2, y disminuir el riesgo de COVID-19 grave^(16,17,18). Asimismo, la co-infección con *Plasmodium spp* podría suprimir la producción de citoquinas pulmonares y disminuir el reclutamiento de componentes celulares inflamatorios hacia los pulmones^(4,5).

En el análisis realizado en la provincia de Condorcanqui en Amazonas, Perú, encontramos que en las comunidades del distrito de Río Santiago, donde ocurren la mayor parte de casos de malaria en la región, también han reportado casos de COVID-19.

Es interesante que los casos de Malaria reportados afectan principalmente a niños menores de 11 años, mientras que los casos de COVID-19 afectan a los adultos. Esto se debería a que los niños en el COVID-19 producen una rápida y eficaz respuesta inmune ante el virus, siendo la mayoría de los casos asintomáticos.

Esto podría deberse al bajo estado inmunológico de los niños frente a la malaria, mientras que se va conociendo más sobre la susceptibilidad inmunológica de adultos y adultos mayores frente a COVID-19. Entre los pacientes que reportaron una infección previa de malaria no se reportaron casos de muerte y no se encontró asociación significativa con la hospitalización y tampoco con síntomas graves de la enfermedad.

Sin embargo, existe una asociación entre la infección por malaria con los síntomas recurrentes de COVID-19 (fiebre, escalofríos, tos, dolor de garganta y dificultad respiratoria), lo cual sugiere que los pacientes de estas comunidades nativas que hayan tenido por lo menos un caso de malaria, al enfermar de COVID-19 pueden reportar síntomas compatibles con un COVID-19 leve o moderado, sin evidencia de COVID-19 grave o muerte. En ese sentido, la Diresa reportó para Río Santiago durante el 2020, 839 casos de COVID-19 y 8 fallecidos (letalidad de 0.95%)⁽⁹⁾.

Si bien una de las limitaciones del estudio es la incapacidad de poder asociar la co-infección con malaria de pacientes fallecidos, la baja letalidad reportada y nuestro análisis proponen profundizar la investigación sobre el contexto clínico de pacientes con malaria u otras infecciones y cómo influyen en la patología de COVID-19. Algunos investigadores han propuesto el término "sindemia" (syndemic) para describir la ocurrencia de dos o más epidemias concurrentes en una interacción perjudicial⁽⁴⁾. Por esta razón y debido a la importancia que representa la malaria para los países de bajos y medios ingresos, se requieren más estudios que permitan conocer la implicancia de estas co-infecciones, sobretudo en poblaciones endémicas, ya sea para determinar tipos y calidad de anticuerpos, investigar sobre la regulación de citoquinas o comportamiento de linfocitos T, o acerca del conocimiento de medicina tradicional que estas comunidades resguardan.

Finalmente, sugerimos una aproximación sindémica y estudios adicionales para conocer más acerca del efecto de la malaria y otras infecciones tropicales y su relación con infecciones respiratorias como COVID-19.

CONCLUSIONES

Finalmente, Nuestro análisis preliminar revela que las infecciones recurrentes de malaria por *Plasmodium spp* son frecuentes en las comunidades de Condorcanqui a lo largo del Río Santiago y que es necesario un estudio controlado para determinar si estas pueden ser consideradas recrudescencias o recaídas en lugar de reinfecciones. Además, nuestro análisis sugiere que

las infecciones previas por malaria podrían afectar la sintomatología de la COVID-19, lo que destaca la importancia de un control continuo y un programa de

vigilancia para malaria a fin de evitar sindemias potenciales con la COVID-19.

Contribuciones de autoría: CP-R, SMC y RT-L ha participado en la concepción, diseño y redacción del artículo LMR, CJC, PB, JMB y MSS ha participado en la recolección de resultados, análisis e interpretación de datos y en la asesoría técnica o administrativa. CP-R, JRT, SMC y RT-L, participaron en la revisión crítica del artículo. JRT, SMC y RT-L participaron en la obtención del financiamiento. Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Recibido: 05 de abril, 2022

Aprobado: 06 de julio, 2022

Financiamiento: Los autores realizaron sus investigaciones con el apoyo del INICIB de la URP y el IET De la UNTRM. Financiamiento: Contrato No: 009-2019-FONDECYT-BM-INC-INV y No 016-FONDECYT-BM.

Correspondencia: Alonso Rafael Tapia Limonchi.

Dirección: Parque Florida 191, Pueblo Libre.

Teléfono: 982621431

Email: rafael.tapia@urp.edu.pe

REFERENCIAS

1. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA. (*) Hasta la SE 07 – 2021. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2021/SE07/malaria.pdf>
2. Montenegro, C. C., Bustamante-Chauca, T. P., Pajuelo Reyes, C., Bernal, M., Gonzales, L., Tapia-Limonchi, R., Tejedo, J. R., & Chenet, S. M. (2021). Plasmodium falciparum outbreak in native communities of Condorcanqui, Amazonas, Perú. *Malaria Journal*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03608-2>
3. Pajuelo-reyes, C., Valencia, H. J., Montenegro, C. C., Quezada, E., Gonzales, L., Cruz, N., Canelo, C., Ordinala, C., Quintana, J. L. M., Tejedo, J. R., Tapia-limonchi, R., & Chenet, S. M. (2021). Epidemiological Analysis of COVID-19 Cases in Native Amazonian Communities from Peru. *Epidemiologia*, 2, 490–5 <https://www.mdpi.com/2673-3986/2/4/34>
4. Gutman JR, Lucchi NW, Cantey PT, Steinhart LC, Samuels AM, Kamb ML, Kapella BK, McElroy PD, Udhayakumar V, Lindblade KA. Malaria and Parasitic Neglected Tropical Diseases: Potential Syndemics with COVID-19? *Am J Trop Med Hyg*. 2020 Aug;103(2):572-577. doi: 10.4269/ajtmh.20-0516. Epub 2020 Jun 1. PMID: 32484155; PMCID: PMC7410484. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0516>
5. Thompson MG, Breiman RF, Hamel MJ, Desai M, Emukule G, Khagayi S, Shay DK, Morales K, Kariuki S, Bigogo GM, Njenga MK, Burton DC, Odhiambo F, Feikin DR, Laserson KF, Katz MA. Influenza and malaria coinfection among young children in western Kenya, 2009–2011. *J Infect Dis*. 2012 Dec 1;206(11):1674–84. doi: 10.1093/infdis/jis591. Epub 2012 Sep 14. PMID: 22984118; PMCID: PMC5901689. <https://doi.org/10.1093/infdis/jis591>
6. Edwards CL, Zhang V, Werder RB, Best SE, Sebina I, James KR, Faleiro RJ, de Labastida Rivera F, Amante FH, Engwerda CR, Phipps S, Haque A. Coinfection with Blood-Stage Plasmodium Promotes Systemic Type I Interferon Production during Pneumovirus Infection but Impairs Inflammation and Viral Control in the Lung. *Clin Vaccine Immunol*. 2015 May;22(5):477–83. doi: 10.1128/00051-15. Epub 2015 Feb 25. PMID: 25716232; PMCID: PMC4412948. <https://doi.org/10.1128/00051-15>
7. NEI. Amazonas Resultados Definitivos. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2018. http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011_res_definitivo.... Accessed 17 July 2020. Accessed 17 July 2020
8. Gobierno Regional de Amazonas. Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia Condorcanqui. Amazonas: Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial; 2014.
9. Agresti A. An introduction to categorical data analysis. 2nd ed. New Jersey: Wiley; 2007
10. Mosnier E, Roux E, Cropet C, Lazrek Y, Moriceau O, Gaillet M, et al. Prevalence of Plasmodium spp. in the Amazonian Border Context (French Guiana-Brazil): associated factors and spatial distribution. *Am J Trop Med Hyg*. 2020;102:130–41. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0378>
11. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. <https://covid19.who.int/table>.
12. Soto-Cabezas MG, Reyes MF, Soriano AN, Rodríguez JPV, Ibarquén LO, Martel KS, Jaime NF, Munayco CV. COVID-19 among Amazonian indigenous in Peru: mortality, incidence, and clinical characteristics. *J Public Health (Oxf)*. 2022 May 30;fdac058. doi: 10.1093/pubmed/fdac058. Epub ahead of print. PMID: 35640249. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdac058>
13. Bylicka-Szczepanowska E, Korzeniewski K. Asymptomatic Malaria Infections in the Time of COVID-19 Pandemic: Experience from the Central African Republic. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 16;19(6):3544. doi: 10.3390/ijerph19063544. PMID: 35329229; PMCID: PMC8951439. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063544>
14. Heuschen AK, Abdul-Mumin A, Adokiya M, Lu G, Jahn A, Razum O, Winkler V, Müller O. Impact of the COVID-19 pandemic on malaria cases in health facilities in northern Ghana: a retrospective analysis of routine surveillance data. *Malar J*. 2022 May 15;21(1):149. doi: 10.1186/s12936-022-04154-1. PMID: 35570272; PMCID: PMC9107588. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04154-1>
15. Torres K, Alava F, Soto-Calle V, Llanos-Cuentas A, Rodríguez H, Llacsahuanga L, Gamboa D, Vinetz J. Malaria Situation in the Peruvian Amazon during the COVID-19 Pandemic. *Am J Trop Med Hyg*. 2020 Nov;103(5):1773–1776. doi: 10.4269/ajtmh.20-0889. PMID: 32885776; PMCID: PMC7646770. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0889>
16. Grassia JT, Markwalter CF, O'Meara WP, Taylor SM, Obala AA. SARS-CoV-2 Cross-Reactivity in Prepandemic Serum from Rural Malaria-Infected Persons, Cambodia. *Emerg Infect Dis*. 2022 May;28(5):1080–1081. doi: 10.3201/eid2805.220404. PMID: 35447068; PMCID: PMC9045424. <https://doi.org/10.3201/eid2805.d>
17. Manning J, Zaidi I, Lon C, Rosas LA, Park JK, Ponce A, Bohl J, Chea S, Karkanitsa M, Sreng S, Rekol H, Chour CM, Esposito D, Taubenberger JK, Memoli MJ, Sadtler K, Duffy PE, Oliveira F. SARS-CoV-2 Cross-Reactivity in Prepandemic Serum from Rural Malaria-Infected Persons, Cambodia. *Emerg Infect Dis*. 2022 Feb;28(2):440–444. doi: 10.3201/eid2802.211725. PMID: 35076009; PMCID: PMC8798695. <https://doi.org/10.3201/eid2802.211725>
18. Sumner KM, Mangeni JN, Obala AA, Freedman E, Abel L, Meshnick SR, Edwards JK, Pence BW, Prudhomme-O'Meara W, Taylor SM. Impact of asymptomatic Plasmodium falciparum infection on the risk of subsequent symptomatic malaria in a longitudinal cohort in Kenya. *Elife*. 2021 Jul 23;10:e68812. doi: 10.7554/eLife.68812. PMID: 34296998; PMCID: PMC8337072. <https://doi.org/10.7554/eLife.68812>
19. GOREA. Sala Situacional COVID-19 Amazonas. Available online: <http://covid19.regionamazonas.gob.pe> (accessed on 18 August 2021)

