



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

MÉTODOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE MALARIA EN EL TAMIZAJE DE  
DONANTES EN ZONA ENDÉMICAS Y TROPICALES

METHODS FOR MALARIA DIAGNOSIS IN DONOR SCREENING IN  
ENDEMIC AND TROPICAL AREAS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE  
SANGRE

AUTORA

ROSA ISABEL LOPEZ GUIDO

ASESOR

BILLY JOEL SANCHEZ JACINTO

LIMA – PERÚ

2025



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

Lic. BILLY JOEL SANCHEZ JACINTO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0001-7106-4114

**Fecha de aprobación:** 28 de octubre de 2025.

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi madre querida por haber logrado en mi formar a la profesional que soy brindarme su apoyo incondicional desde que empecé esta carrera con perseverancia y desempeño logrando ser mejor persona cada día en el arduo trabajo de laboratorio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis maestros de la segunda especialidad por su tiempo, paciencia, tolerancia y brindarme sus conocimientos incondicionalmente.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés.

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La egresada:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	LOPEZ GUIDO ROSA ISABEL

Pertenciente al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE SANGRE**, autora del trabajo titulado: **MÉTODOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE MALARIA EN EL TAMIZAJE DE DONANTES EN ZONA ENDÉMICAS Y TROPICALES** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE SANGRE** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	SANCHEZ JACINTO BILLY JOEL	MEDICINA	ASESOR

Declaro que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **7%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3455051508**; fecha de entrega: **09-01-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 09 de Enero de 2026**

Firma del asesor  
N° DNI: 46275162  
ORCID: 0000-0001-7106-4114



## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
III. CUERPO.....	5
IV. CONCLUSIONES .....	21
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
ANEXOS	

## RESUMEN

**Antecedentes:** Los Bancos de sangre carecen de implementación para la detección de donadores en zonas endémicas y tropicales especialmente en los donadores asintomáticos siendo indetectables a los métodos convencionales; es por ello necesario la detección de Plasmodium spp. en el tamizaje usando los métodos de: diagnóstico por microscopía, Método de ELISA poco usado en estos tiempos, Método de IFI, Método de Diagnóstico Rápido, el Método PCR y la Inteligencia Artificial. **Objetivo:** Describir y comparar los métodos para el diagnóstico de malaria en el tamizaje de donantes en zonas endémicas y tropicales. **Materiales y métodos:** El estudio se realizó con revisiones bibliográficas en la recopilación de artículos científicos publicados y complementados con fuentes digitales para la investigación. **Hallazgos:** Se determinó la siguiente sensibilidad y especificidad: El Método microscópico presentó una sensibilidad de 98.36% y una especificidad de 100%. En los métodos de diagnóstico rápido se presentó una sensibilidad de 92% y una especificidad de 82%. En los métodos de ELISA se obtuvo una sensibilidad 85% y una especificidad de 95%. Métodos de inmunofluorescencia presentaron una especificidad de 90.95% a un umbral de detección de 100 parásitos/ul. Los métodos de PCR demostraron una sensibilidad y especificidad de 100% con la detección de 0.2-2 parásitos /ul. Mientras que la inteligencia artificial presentó una sensibilidad 92.45% y especificidad 99.8 %. **Conclusiones:** El método de PCR es el apropiado para la detección de malaria en donantes en zonas endémicas y tropicales ya que nos garantiza una transfusión segura.

**Palabras Clave:** Método de diagnóstico, donantes, Malaria.

## ABSTRACT

**Background:** Blood banks lack the implementation for the detection of donors in endemic and tropical areas, especially in asymptomatic donors, being undetectable by conventional methods; therefore, the detection of Plasmodium spp. in screening is necessary using the following methods: microscopy diagnosis, ELISA method little used these days, IIF method, Rapid Diagnostic Method, PCR method and Artificial Intelligence. **Objective:** To describe and compare the methods for the diagnosis of malaria in donor screening in endemic and tropical areas. **Materials and methods:** The study was carried out with bibliographic reviews in the compilation of published scientific articles and complemented with digital sources for research. **Findings:** The following sensitivity and specificity were determined: Microscopic method presented a sensitivity of 98.36% and a specificity of 100%. In rapid diagnostic methods it presented a sensitivity of 92% and a specificity of 82%. ELISA methods achieved a sensitivity of 85% and a specificity of 95%. Immunofluorescence methods showed a specificity of 90.95% at a detection threshold of 100 parasites/ $\mu$ l. PCR methods demonstrated a sensitivity and specificity of 100%, detecting 0.2-2 parasites/ $\mu$ l. Artificial intelligence showed a sensitivity of 92.45% and a specificity of 99.8%. **Conclusions:** The PCR method is appropriate for malaria detection in donors in endemic and tropical areas as it guarantees safe transfusions.

**Keywords:** Diagnostic method, donors, Malaria.

## I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se han empleado técnicas de diagnóstico para la detección de malaria que es una enfermedad hemoparasitaria endémica en zonas tropicales y subtropicales áreas que presentan condiciones geográficas, ecológicas y entomológicas apropiadas para la diseminación del vector (mosquito) del género *Anopheles* que por su picadura produce el paludismo en el humano siendo las especies : *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* y *Plasmodium knowlesi* (1,2).

La mayoría de casos de malaria se concentra en áreas tropicales y subtropicales en zonas endémicas es producida por *Plasmodium falciparum* y se registra en África Subsahariana siendo este el más letal de todas las especies, mientras que el *Plasmodium vivax* es el responsable en América (3).

Las transfusiones sanguíneas pueden transmitir infecciones maláricas a pesar que son utilizados para salvar vidas sin embargo en zonas endémicas especialmente en África el 40 % de la donación sanguínea no son evaluadas para la detección de malaria; debido a que los donantes son portadores asintomáticos y reportándose en la países endémicos de África como Benin con un 29.5%, en Guinea 28.3%, en Congo 23% en Nigeria 4.1 %, en Etiopia 3%, en Ghana 1.3%, y Uganda 1.4% según el Centro de Nacional de Transfusiones de Sangre Niamey en Níger que se realizaron en sangre donada (4).

Estudios realizados desde el año 1971 hasta el año 2016 los países que presentaron malaria transfusional en América se determinó que México presentaba 50.7% casos, Estados Unidos 40.3% debido a los inmigrantes asintomáticos, en Brasil un 6.6 % evidenciándose que en América Latina la malaria transfusional es endémica debido a la carencia de políticas de implementación en los servicios de hemoterapia (5).

Lamentablemente la transmisión de malaria por transfusiones sanguíneas es mayormente ocasionada por donantes asintomáticos que pueden transmitir a su receptor todas las especies de *Plasmodium spp.* ya que estos parásitos pueden sobrevivir a temperaturas de 4°C por días o semanas en paquetes globulares, plaquetas y leucocitos que se contaminaron con glóbulos rojos residuales y mantener su infectividad para producir la malaria transfusional en el receptor (6).

Es por ello necesario garantizar la seguridad sanguínea transfusional mediante el uso de métodos para la detección de *Plasmodium spp.* usando métodos directos y indirectos para su detección en donadores asintomáticos de zonas endémicas. Dentro de los métodos directos tenemos a la detección de hemoparásitos de malaria mediante la microscopia con la coloración de Giemsa (Gota Gruesa) que se ha establecido como la prueba estándar de oro durante más de un siglo determinándose la densidad parasitaria y la especie; en países endémicos se introdujo las pruebas inmunocromatográficas basadas en la detección de antígenos (Pruebas de Diagnóstico Rápido) y el método de Reacción en Cadena de la Polimerasa ha revolucionado el diagnóstico de malaria por su alta sensibilidad y especificidad especialmente para donadores asintomáticos. Los métodos indirectos para la detección de anticuerpos anti-malaricos incluyen a inmunofluorescencia indirecta

(IFI) usados en los países europeos en inmigrantes de zonas endémicas y el uso de métodos inmunoabsorbentes ligados a enzimas (ELISA) recomendadas por la Organización mundial de la Salud y la Dirección Europea de Calidad de Medicamentos para los donantes (3).

Es por ello necesario describir y comparar los métodos usados para el diagnóstico de malaria en el tamizaje de donación sanguínea para contribuir en la detección de donantes asintomáticos en zonas endémicas y tropicales para evitar un contagio indirecto provocando la muerte de los receptores; siendo imprescindible la necesidad de una detección anticipada y apropiada. Además de determinando su especificidad y sensibilidad.

## **II. OBJETIVOS**

**OBJETIVO GENERAL:** Describir y comparar los métodos de diagnóstico de malaria en el tamizaje de donantes en zonas endémicas y tropicales además de determinar su sensibilidad y especificidad.

### **III. CUERPO**

#### **EPIDEMIOLOGIA DE MALARIA**

En el 2022 se calcula 249 millones de casos de malaria y en 85 países incluido territorios endémicos aumentado en 5 millones de casos en relación al año 2021. Siendo los principales países con este aumento Pakistán (2,1 millones), Etiopia (mas 1,3 millones), Nigeria (más de 1,3 millones), Uganda (más de 597,000), y Papúa Nueva Guinea (más de 423,000). Presentando la región Africana el 94 % de casos de malaria producidas en la mayoría por *Plasmodium falciparum* (7).

Las muertes producidas en el 2022 en África fueron de 2,8 millones debido al aumento de inundaciones, ciclones y cambio climático que favorece el aumento de transmisión de malaria; reportándose que *P. falciparum* presenta la forma más grave de malaria y es la más prevalente en África subsahariana (8,9).

Según la alerta sanitaria del Centro de Control y Prevención de Enfermedades de EEUU detectaron 4 casos de malaria en Texas y Florida hasta junio del 2023 (10).

En América desde el 2000 hasta el 2021 los casos de malaria han disminuido en un 70% la mortalidad también disminuyo en un 73%; Venezuela, Brasil y Colombia presentó el 79% de malaria de especie de *P. vivax* con mayor prevalencia; y los países que no presentaron casos de malaria fueron Paraguay, Argentina tampoco reportó ningún caso hasta el 2019; El Salvador en el 2021 no presentó casos de malaria y Belice en el 2023 (11).

En el Perú según el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y control de Enfermedades (CDC Perú) informo que a partir del año 2019 hasta el año 2024 se ha reportado un total de 4,707 muertes producidas por malaria; el 80.41% ocasionados por *P. vivax* (3875 casos) mientras que el 19.44% producidos por

*P. falciparum* siendo los departamentos de mayor prevalencia Loreto (4396 casos), Amazonas (136 casos) y Junín (91 casos). En el Perú y el mundo se está trabajando con un plan de control de Malaria 2022 hasta el 2030 donde se espera eliminar los casos de Malaria (12).

### **TRANSMISIÓN DE MALARIA POR TRANSFUSIÓN SANGUÍNEA**

La Malaria fue una de las primeras parasitemias reconocidas como transmisibles en transfusiones sanguíneas. En 1911 Woolsey descubre y reporta el primer caso de malaria transmitida por transfusión. La malaria conocida mundialmente por ser una enfermedad tropical producida por la picadura del mosquito del género *Anopheles* spp. Las especies de *Plasmodium* spp. que producen malaria y se transmite en trasfusiones sanguíneas son: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovalae* y *Plasmodium malariae*, esta parasitemia puede presentar infecciones crónicas durante largo tiempo en donadores : *Plasmodium falciparum* aproximadamente 2 años a más tiempo, *Plasmodium vivax* aproximadamente 7 años y *Plasmodium malariae* toda la vida siendo unas de las causas que presentan los pacientes asintomáticos debido a su baja carga parasitaria que no son detectados serológicamente ni parasitológicamente produciéndose así transfusiones maláricas a los receptores (9).

Se ha demostrado que 10 parásitos de *Plasmodium* spp. son suficientes para transmitir malaria por transfusiones al receptor. Inclusive una dosis menor a 10 parásitos en una unidad de sangre produciría la infección por malaria. Es por ello que el donante podría presentar una parasitemia baja de 1-2 parásitos/ul de sangre; lo que significa que en una unidad de 450ml de paquete globular produciría en una

transfusión aproximadamente 450,000-900,00 parásitos producto de que estos parásitos pueden durante largos años en sangre periférica (13).

Los hemoparásitos como *Plasmodium ssp.* pueden sobrevivir almacenados a una temperatura de 4°C por más de 7 días pero *P. falciparum* puede sobrevivir aproximadamente 18 días; no solo pueden contaminar paquetes globulares si no también concentrado de plaquetas, concentrado leucocitario por contaminación de glóbulos rojos residuales, en los receptores de sangre donada contaminada con malaria el periodo de incubación es de 16 días promedio en *P.falciparum*, de 17 días aproximadamente para *Plasmodium vivax* y para *Plasmodium malariae* promedio de 48 días ocasionando un diagnóstico falso negativo que puede conllevar a la muerte del receptor. A nivel mundial se ha informado más de 3,000 casos de malaria transfusional. La malaria transfusional solo presenta etapa intraeritrocitaria, donde los parásitos de *Plasmodium* se encuentran en forma de esquizontes estos a su vez rompen los eritrocitos del receptor aproximadamente en 48 horas dando como respuesta la aparición de los síntomas, pero esto dependerá de la cantidad de parásitos transfundidos que también a su vez pueden presentar complicaciones mortales (9).

Según la Organización Mundial de la salud (OMS) indica que todos los bancos de sangre deben establecer y garantizar que las donaciones sanguíneas deban ser evaluadas por las pruebas de detección de infecciones transmitidas por malaria, donde la malaria transfusional puede ocasionar letalidad a los grupos de receptores más vulnerables como niños menores de 5 años, mujeres embarazadas, pacientes de accidentes de tránsito e inmunosuprimidos (14).

## **MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE MALARIA**

### **MÉTODO MICROSCÓPICO**

Es el más usado mundialmente para el diagnóstico de malaria con la técnica de la GOTA GRUESA siendo considerado como el método de referencia y normado internacionalmente. Esta técnica permite identificar la especie, el estadio en desarrollo del parásito cuantificándolos y evaluando las características del eritrocito parasitado. La mínima cantidad de detección en esta técnica es de 10-30 parásitos/microlitro de sangre que equivale a 0.001% de eritrocitos parasitados. Una de las ventajas es que presenta una sensibilidad aproximada de 98,36-100% y especificidad al 100% aparte que es un procedimiento económico (15).

### **LECTURA POR EL SISTEMA DE CRUCES**

La herramienta auxiliar para el manejo de diagnóstico clínico para el paciente es la densidad parasitaria siendo está el producto de la dosis infectante inicial del parásito y la evolución diaria de la fase sanguínea con la inmunidad adquirida. Aquí se permite evaluar la parasitemia relacionada con las manifestaciones clínicas.

Los organismos nacionales y internacionales de salud (OMS) recomiendan el sistema de cruces con la lectura de 100 campos microscópicos en una muestra de Gota Gruesa (16).

TABLA N°1: Describe la Densidad parasitaria.

TABLA N°2: Describe la Densidad parasitaria por leucocitos /uL de sangre.

Estudios realizados han demostrado que a pesar de ser el método de referencia más utilizado mundialmente presenta limitaciones debido a que requiere de equipamiento microscópico, dependencia de la experiencia del microscopista, la presencia de residuos y cambios morfológicos que son alterados por una mala

coloración; la deficiente detección de los parásitos de *Plasmodium spp.* en las lecturas de las muestras de donadores asintomáticos (17).

### **PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO RÁPIDO (PDR)**

Es una de las herramientas de diagnóstico rápido para malaria de fácil uso que ha reemplazado al microscopio, este método se ha implementado en países endémicos y tropicales (18). Este test de diagnóstico rápido son de flujo lateral que emplea la inmunocromatográfica y se fundamenta en la detección de antígenos del *Plasmodium spp.* en los glóbulos rojos y enzimas del parásito. El método se realiza con una muestra de sangre seguido de un lisante (3-5 gotas) que rompe los glóbulos rojos y la muestra fluye capilarmente e identifica a los antígenos parasitarios a través de los anticuerpos de captura, esta reacción se produce de 15-30 minutos dando como resultado positivo una banda coloreada; estos test se presentan en Tiras, en Cassete y en Tarjetas (19).

Los parásitos de *Plasmodium spp.* contienen antígenos de Proteínas Rica en Histadina 2 (HRP2) que solo es específica para *Plasmodium falciparum*, Lactato Deshidrogenasa de *Plasmodium* (pLDH) se presenta para todas las especies de *Plasmodium spp.*, PpanLDH en todas las especies, *Plasmodium falciparum* (PfLDH) con *Plasmodium vivax* (pvLDH) y las Aldosas que son proteínas presentes en todas las especies de *Plasmodium spp.* (19).

TABLA N°3: Tipos de anticuerpo y antígeno detectando malaria por la prueba rápida.

La sensibilidad y especificidad de estas pruebas rápidas fueron evaluadas por los organismos internacionales de salud (OMS) indica un puntaje de detección tanto para *Plasmodium vivax* como para *Plasmodium falciparum* de al menos del 75%

con densidad parasitaria de 200 parásitos / ml de sangre, con una determinación de falsos positivos < 10% y una invalidez del 5% en todas las formas de transmisión (20). TABLA N°4: Sensibilidad y Especificidad de diferentes marcas de PDR.

HRP2.

Es una proteína rica en Histadina 2 producida únicamente por *Plasmodium falciparum*. Los anticuerpos monoclonales que se utilizan para la identificación de HPR2 suelen presentar reacciones cruzadas con el HPR3 en recuentos mayores a 1,000 parásitos /uL de sangre siendo este a su vez un homólogo del HPR2 que comparten repeticiones de aminoácidos. Tanto el HPR2 y HPR3 son codificados por el gen pfhpr2/3 conocidas como deleciones genéticas. Estas deleciones de pfhpr2/3 producen falsos negativos en las pruebas rápidas realizadas tanto en pacientes sintomáticos como asintomáticos con diagnóstico de malaria producida por *Plasmodium falciparum* es por ello que la Organización Mundial de Salud (OMS) recomendó no usar los test rápidos basados en HRP2 con prevalencia a deleciones por pfhpr2/3 que presentan falsos negativos que superiores 5% (18,21).

#### **LDH: ENZIMA LACTATO DESHIDROGENASA**

Es una enzima metabólica indispensable para la sobrevivencia del parásito y son producidas por las 5 especies de *Plasmodium spp.* que infectan al hombre este no persiste en sangre después de una parasitemia por malaria y es un buen marcador de infección aguda. La DLH tienen epítomos comunes que se utilizan para los TDR que detectan Pdlh específico para todas las especies de *Plasmodium spp.* sin embargo, también hay anticuerpos monoclonales específicos para la especie de *Plasmodium falciparum* (pfDLH) y para *Plasmodium vivax* (pvDLH). La presencia

de falsos positivos se incrementa porque la pDHL se encuentra en los gametocitos maduros en sangre (18,19).

También se ha descritos resultados falsos positivos en pruebas relacionadas con Factor Reumatoideo, anticuerpos heterofilicos, en casos aislados de dengue, toxoplasma VHC y tuberculosis. En parásitos como el Tripanosomiasis, Schistosoma spp. y Leshimania spp. específicamente con los anticuerpos monoclonales frente a HPR2. La prevalencia de los falsos positivos aumenta con el antígeno específico de *P. falciparum* (3-32%) y para *Plasmodium vivax* (5-15%). En embarazadas la sensibilidad de detección de antígeno puede estar disminuido por el secuestro del *Plasmodium spp.* en la placenta. Los test de prueba rápida que presentan falsos negativos son los que presentan HRPR2 debido a la existencia de las deleciones genéticas de pfhrp2 (22).

La Revista Brasileira de Medicina Tropical publicó en el 2019, una investigación sobre la realización de una prueba inmunorápida de Malaria Pf/Pv para el diagnóstico de malaria en la Amazonía Occidental de Brasil se comparó las pruebas rápidas de OptiMal-IT y ICT-Pf/Pv determinándose una sensibilidad de 72% y 78% y con una especificidad de 92% y 100% en comparación con la microscopia óptica (gota gruesa). En 2015 el Ministerio de Salud de Brasil indico el uso del PDR de Bioline Malaria Ag Pf/Pf/Pv basándose en la detección de pfhrp2 y pLDH (para *Plasmodium falciparum*) una sensibilidad de 100% y de 98.7%y pLDH4 (*Plasmodium vivax*) presentando una sensibilidad 98.2 % y una especificad para ambas pruebas de 99.3%; el uso de una sola tira de nitrocelulosa para la detección de más de una especie podría reducir los falsos negativos. Pero las deleciones genéticas en el caso de *Plasmodium falciparum* del gen pfhrp2/3 modifican sus

proteínas ocasionando falsos negativos. En esta zona las deleciones de pfhrp2 es de 31% y de pfhrp3 es de 50% en su población siendo necesario un diagnóstico molecular para confirmar los falsos negativos ocasionado por estos genes. También es importante recalcar que el PDR es afectado por temperaturas elevadas de las regiones tropicales (23).

Estudios realizados sobre Malaria: Respuesta inmune, sensibilidad y especificidad de las pruebas rápidas PDR, donde se evaluó referencias bibliográficas de estudios de diferentes marcas de PDR desde el año 2017 hasta el año 2022 en los países de Republica de Congo, Brasil, Corea, y Malasia que determinó una Especificidad de 92-100% y una Sensibilidad de 82-100%. Pero hay que tener en cuenta que la sensibilidad y la especificidad de las pruebas rápidas pueden alterar los resultados debido al periodo de incubación de parásito, la zona donde se realiza la prueba, el transporte de los reactivos, la calidad de muestra, la calidad de las tiras de nitrocelulosa y el envase de conservación. Pero una de sus ventajas es su uso sobre todo en zonas de difícil acceso como en zonas endémicas y tropicales, debido a que pruebas de nitrocelulosa utilizan la captura de antígenos usando anticuerpos inmovilizados. Una de las desventajas del PDR se presenta en los resultados falsos negativos sobre todo en *Plasmodium falciparum* debido a que este presenta deleciones genéticas pfhrp2 y pfhrp3 y también la presencia de los antipalúdicos porque el PDR no cuantifica los parásitos si no que es una prueba diagnóstico cualitativa. Algunos pacientes con persistencia al antígeno pHRP-2 pueden dar como resultados falsos positivos después de su tratamiento. Según estudios realizados el promedio de sensibilidad para el PDR es de 82-100% y de especificidad es de 92-100%. (24)

Se ha demostrado que el uso de PDR que detecta solo HRP2 en la Amazonía peruana han presentado falsos positivos por su variabilidad genética a la proteína de HRP2 del parásito por lo tanto para estas zonas endémicas de la Amazonía se sugiere el uso de pruebas rápidas que detecten pDHL en caso de no tener acceso a la técnica de gota gruesa (25).

### **TEST DE ELISA**

Esta prueba se utiliza para la detección de la respuesta de anticuerpos contra los antígenos de *Plasmodium spp.* a través de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) estas pruebas de diagnóstico están diseñadas con un antígeno y otras con antígenos recombinantes de las diferentes etapas evolutivas del parásito, además que tienen la capacidad de detectar proteínas de los merozoitos. Demostrándose una alta sensibilidad y especificidad. Esta interacción del antígeno versus el anticuerpo se produce mediante el agregado de un sustrato detectándose cualitativamente (en forma visual) o cuantitativamente con lecturas espectrofotométricas (26,27).

En banco de sangre es utilizado para el tamizaje de donantes infectados, pero con parasitemias bajas. Es utilizada también para el diagnóstico de esplenomegalia malarica hiperreactiva debido a que pueden presentar la prueba de ELISA positiva hasta un año después de completar su tratamiento debido a este antecedente no es recomendable para casos agudos de malaria. También se encontró que presentaba reacción cruzada con *Babesia spp* (22).

Niederhauser et al., Compararon un nuevo ELISA IgG para la detección de anti-*Plasmodium* con dos ELISA uno específico para *Plasmodium vivax* y el otro para *Plasmodium falciparum*. El método de anti-*Plasmodium* ELISA IgG anticuerpo

evaluó las 5 especies de *Plasmodium spp.* de forma cuantitativa y cualitativamente para la detección de anticuerpos anti-*Plasmodium* específicos en donadores de sangre. Este método serológico utilizó antígenos de los parásitos en su etapa asexual en sangre, siendo detectados en 1 o 2 semanas después de la infección inicial. También la detección de anticuerpos de las otras especies (*Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovalae* y *Plasmodium knowlesi*) puede producir reacciones cruzadas con los ELISA para *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparum*. El ELISA IgG obtuvo una sensibilidad de 85% con una especificidad de 95.2 % (28).

De la Serna et al., realizaron estudios para elaborar un método de ELISA de corto tiempo de procedimiento y simple para la detección de *Plasmodium spp.* en muestras sanguíneas capaces de ser cuantificadas y detectar mínimas cantidades de parásitos en sangre; para ello se probó una batería de anticuerpos para elegir el par de mejor rendimiento, se mejoró un ELISA de alto rendimiento mediante un amplificador de señal poliHRP realizándose un pretratamiento de las muestras de sangre. Este método de ELISA simplificado mostró mejor rendimiento que el ELISA clásico este método también podría usarse en programas de detección masiva de malaria (29).

Pulvirenti et al., El gran problema de malaria transfusional está relacionado con los donantes asintomáticos que son predominantemente "semiinmunes" con cargas parasitarias muy bajas. En el 2018 se realizaron estudios evaluando 5 kits de ELISA que presentaban una especificidad del 100% pero con una sensibilidad de 53% y 64% siendo un test serológico indirecto por lo que no pueden detectar parasitemias bajas que puede llevar a la exclusión de donantes no infectados. Según la OMS indica las pruebas de PCR como el método más sensible detectando de 2-5

parásitos /uL con relación a la microscopia y a las pruebas rápidas que tienen una sensibilidad de detección de 50-500 parásitos /uL sin embargo la PCR es un método costoso, sus procedimientos requieren de equipos complejos y personal capacitado (30).

### **MÉTODO DE INMUNOFLUORESCENCIA**

Este método se consideró de referencia dentro de las pruebas serológicas siendo utilizada para estudios epidemiológicos, en banco de sangre para la detección de donantes que hayan tenido malaria y también en epidemiología (27).

La inmunofluorescencia tiene como objetivo la detección de anticuerpo IgG y IgM de las especies de *Plasmodium spp*. Los anticuerpos de paciente infectado aparecen en dos semanas y circulan en torrente sanguíneo de 3 a 6 meses. Este método se realiza a partir antígenos específicos de cada especie de *Plasmodium spp*, se coloca en un portaobjeto y se unirán a los anticuerpos complementarios en las muestras de suero. Un anticuerpo secundario con un marcado fluorescente se une para formar el complejo antígeno anticuerpo siendo visible por la microscopia de fluorescencia.

La ventaja de este método que es sencillo y sensible pero la desventaja es que requiere de tiempos prolongados en sus procedimientos además que necesita la implementación de microscopio fluorescente que es muy costoso. A pesar del costo se requiere de personal capacitado. Los métodos tanto IFI como ELISA son utilizados para cuantificar la intensidad de la transmisión de malaria, como datos epidemiológicos y en donantes de sangre (27,31).

Este método presenta una especificidad de 90-95% llegando a un umbral de detectar de 100 parásitos/uL además de cuantificar anticuerpos de Inmunoglobulinas de tipo

Ig G y M pero tiene la desventaja de no poder diferenciar entre infecciones presentes y pasadas (32).

### **MÉTODO DE REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR)**

Estas pruebas son altamente sensibles ya que identifican los genes del Plasmodium que produce la malaria. Los primeros métodos moleculares se utilizaron para detectar las 4 especies de Plasmodium vivax, Plasmodium falciparum, Plasmodium ovalae, Plasmodium malariae dirigidas RNA ribosomal18S (18s RNA) con un límite de detección de 10 parásitos /uL de sangre, luego se fue mejorando en tecnología desarrollándose el PCR multiplex con un límite de detección de 0.2-5 parásitos/uL (33).

Los tipos de Reacción en Cadena de Polimerasa son los siguientes:

#### **PCR ANIDADO**

Este método utiliza 2 cebadores utilizando 2 secuencias de PCR; el primero es generado de la mezcla del ADN de todas las especies de Plasmodium que se emplea en la segunda ejecución del PCR como cebadores internos (anidados) como consecuencia se obtiene un cebador externo y interno; el cebador externo proporciona resultados de una amplificación de los fragmentos más grandes y el cebador interno dará como resultado fragmentos más pequeños. Estas amplificaciones nos proporcionara como resultado la detección de genes específico de la especie de *Plasmodium spp*. Este método es ideal para la detección de reinfecciones maláricas por *Plasmodium falciparum* además de ser usado en pacientes que hayan presentado resistencia al tratamiento malárico (34).

## **PCR MULTIPLE EN TIEMPO REAL**

Este método detecta e identifica las 5 especies de *Plasmodium* spp, las muestras a utilizarse para la extracción del ADN puede ser sangre total, o gotas de sangre seca. Yassamine L. et al, demostró que esta técnica mostro una sensibilidad y especificidad del 100% demostrándose la detección de *Plasmodium vivax* de 0.25 parasito/uL, *Plasmodium falciparum*, y *Plasmodium Knowlesi* hasta 0.5 parásitos/uL, *Plasmodium ovalae* hasta 1 parasito/uL, *Plasmodium malariae* hasta 5 parásitos/uL siendo un método cuantitativo presenta un excelente rendimiento fácil de usar. Este método puede ser utilizado para la detección de grandes grupos de población e identificar las 5 especies cuando se presentan en baja transmisión o baja parasitemia (35).

## **PCR CUANTITATIVO**

Este método tiene como objetivo la amplificación y la cuantificación rápida del ADN utilizando sondas fluoroforas específicas. Presentan un límite detección de 0.02 parásitos/uL pero para *Plasmodium falciparum* su nivel de identificación es de 1.22 parásitos/uL con un tiempo de procedimiento de 2horas y 30 minutos. Lo beneficioso de este método es que se puede utilizar gotas de sangre secas. La desventaja de este método es que requiere un equipamiento en el laboratorio muy costoso y no es accesibles en países endémicos (36).

## **PCR LAMP**

Es un método de amplificación con alta sensibilidad, eficiencia y rapidez de método isotérmica pudiendo ser determinado por turbidez o fluorescencia, aumentando su sensibilidad utilizando los targets mitocondriales; los géneros detectados fueron *Plasmodium falciparum* y *Plasmodium vivax*. Los límites de detección fueron de

0.2-2 parásitos/uL siendo posible obtener un resultado a los 30 minutos. Este método es barato, no requiere de infraestructura laboratorial ni personal capacitado se pueden utilizar muestras con cantidades mínimas de ADN, también con gotas de sangre seca o fresca además de ello se puede utilizar en zonas endémicas y puede determinar las 5 especies de *Plasmodium spp.* con una sensibilidad de 85-100% y especificidad 95-100% excepto para *Plasmodium malariae* que presento una sensibilidad de 47,4 %. La desventaja es que necesitaría un lector de turbidez para evitar los falsos positivos. Otra opción sería el uso de verde malaquita para su mejor visualización obteniéndose un color verde azulado en las muestras positivas (36,37).

#### **PCR QT NASBA (NUCLEIC ACID SEQUENCE BASED AMPLICATION)**

Este método utiliza las secuencias de procedimiento de la transcriptasa reversa, es un método isotérmico que puede detectar las 4 especies de *Plasmodium spp.* Utilizándose la cuantificación de gametocitos mediante la detección de su 18S rRNA con resultado mediante fluorescencia. El límite de detección es de 0.01-01 parásitos/50 ul de muestra el tiempo de duración aproximadamente 90 minutos que no incluye el tiempo de extracción. Los métodos de PCR para la detección de *Plasmodium spp.* presentan una especificidad de 100% y una alta sensibilidad pudiendo detectar 1-5 parásitos /uL además de identificar las diferentes especies, siendo ventajoso en la detección de pacientes con parasitemias muy bajas. También se está usando para seguimiento de respuestas terapéuticas y en pacientes con resistencia a medicamentos (36).

Estudios de revisiones sistemáticas en América desde 1971 hasta el 2016 encontraron 63 publicaciones con 442 casos de Transmisión de Malaria

Transfusional donde los Bancos de Sangre de América Latina no cuentan con métodos sensibles, prácticos y asequibles para garantizar el suministro de sangre de donadores hasta los receptores. Sin embargo, el uso de pruebas de amplificación de ácidos nucleicos (NAT) para VIH/VHC/VHB/malaria utilizadas en Brasil en zonas endémicas y no endémicas presentando una sensibilidad de 92,45% y una especificidad de 99,8% siendo una alternativa de un método sensible y preciso para la detección de malaria en los bancos de sangre asegurando la transfusión sanguínea libre de infección (38).

### **DIAGNÓSTICO DE MALARIA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Este método está basado en el uso de un microscopio que usa un software personalizado de reconocimiento de imágenes que presenta la capacidad de contar e identificar los parásitos de *Plasmodium spp.* en muestras sanguíneas en solo 20 minutos.

Esta aplicación usa un algoritmo para la detección de los parásitos en muestras sanguíneas, se adapta la cámara del smartphone (teléfono celular) se fotografía lo observado en muestras de sangre y la aplicación analiza e identifica el tipo de parásito sin la necesidad de estar conectado a internet. Se ha demostrado que sea podido identificar *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae* y *Plasmodium ovalae*.

La ventaja es el diagnóstico de malaria rápida y eficiente en un mínimo de tiempo aproximadamente 20 minutos. Actualmente se ha diseñado un Sight Diagnostics comercial con un dispositivo de microscopio automático siendo apto para caracterizar e identificar y cuantificar las especies de *Plasmodium spp.* (39) .

Martin et al evaluaron la inteligencia artificial en la microscopia automática debido a las limitaciones que proporciona la microscopia óptica para el diagnóstico de malaria. Evaluaron el equipo prospectivamente determinando una sensibilidad de 76,51% y una especificidad de 92,45% en relación al método de referencia (microscopia) de 639 muestras de las cuales solo podía detectara *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparum* mas no malaria mixta. La ventaja de este equipo es de que puede adaptarse a cualquier tipo de microscopio usados en zonas endémicas que carecen de infraestructura (40).

#### IV. CONCLUSIONES

- Las Pruebas de Diagnóstico Rápido (PDR) son eficaces para donadores sintomáticos y pacientes que no presenten infecciones mixtas ni deleciones genéticas de *phrf2/3*. Este método de diagnóstico es económico, rentable además de fácil uso y conservación.
- La PCR es el método específico, sensible y adecuado para el uso de tamizaje en el banco de sangre en zonas endémicos y tropicales además de ser útiles para la detección de la infección en donadores asintomáticos y en los que presentan deleciones genéticas *phrf2/3*.
- En comparación con los demás métodos la PCR es capaz de detectar hasta 1-5 parásitos /ul de sangre y además de identificar las 5 especies de *Plasmodium spp.* garantizando la seguridad sanguínea libre de malaria en una donación.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Current status of medical care of emerging infectious diseases at hospital emergency services in Spain. *An Sist Sanit Navar*. 19 de agosto de 2021;44(2):153-61.
2. Galindo L, Herrera M, Carrasco J, Rodríguez R, González LJ, González Z. Evaluación de la prueba de diagnóstico rápido SD Bioline Malaria Ag P.f/Pan en pacientes febriles de Angola. *Rev. Cubana Med Trop [Internet]*. 2021 [citado 22 de febrero de 2025];73(3):e306. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-7602021000300006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-7602021000300006).
3. Mangano VD, Perandin F, Tiberti N, Guerriero M, Migliaccio F, Prato M, et al. Risk of transfusion-transmitted malaria: evaluation of commercial ELISA kits for the detection of anti-Plasmodium antibodies in candidate blood donors. *Malar J*. diciembre de 2019;18(1):17.
4. Iro A, Lamine MM, Lazoumar RH, Alkassoum I, Maman D, Laouali HAM, et al. Transfusional Malaria and Associated Factors at the National Blood Transfusion Center of Niamey-Niger. *J Trop Med*. 1 de abril de 2019;2019:1-5.
5. Ferreira-Silva MM, Carlos AM, Domingos Resende GA. Malaria Transfusional Transmission: Epidemiological Review, Screening Protocols and Prevention Mechanisms. *J Biomed Res Environ Sci*. 31 de julio de 2021;2(7):624-31.

6. Aschar M, Levi JE, Farinas MLRN, Montebello SC, Mendrone-Junior A, Di Santi SM. The hidden Plasmodium malariae in blood donors: a risk coming from areas of low transmission of malaria. Rev. Inst Med Trop São Paulo. 2020;62: e100.
7. World Health Organization. World malaria report 2023 [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2023>
8. ALMA 2030. Informe resumen 2024 – segundo trimestre [Internet]. 2024 [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://alma2030.org/wp-content/uploads/2024/10/alma-summary-report-2024-q2-es.pdf>
9. Antwi-Baffour S, Kyeremeh R, Amoako AP, Annison L, Tetteh JOM, Seidu MA. The incidence of malaria parasites in screened donor blood for transfusion. Malar Res Treat [Internet]. 2019;2019:1-6. [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337513820>
10. Press PMSA. Los Angeles Times en Español. 2023 [citado 21 de febrero de 2025]. Texas y Florida registran cinco casos de malaria de transmisión local. Disponible en: <https://www.latimes.com/espanol/eeuu/articulo/2023-06-26/texas-y-florida-registran-cinco-casos-de-malaria-de-transmision-local>

11. Departamento de Epidemiología, Ministerio de Salud de Chile. Informe de malaria 2023 [Internet]. Santiago: Ministerio de Salud; 2024 [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://diprece.minsal.cl/wp-content/uploads/2024/01/INFORME-MALARIA-2023.pdf>
12. Dirección General de Epidemiología, Ministerio de Salud. Sala situacional de malaria, SE 43-2024 [Internet]. Lima: Ministerio de Salud; 2024 [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2024/SE43/malaria.pdf>
13. Niederhauser C, Galel SA. Transfusion-transmitted malaria and mitigation strategies in nonendemic regions. *Transfus Med Hemotherapy* [Internet]. 2022;49(4):205-17. [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/362032519>
14. Bansal N, Bansal Y, Singh C, Pahwa V, Kumar S. Transfusion transmissible malaria: seroprevalence of malaria parasitemia in blood donors in Garhwal region of Uttarakhand, India. *Iran J Microbiol* [Internet]. 15 de abril de 2024 [citado 21 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://publish.kne-publishing.com/index.php/IJM/article/view/15360>
15. Cortés LJ, Guerra ÁP. Análisis de concordancia de tres pruebas para el diagnóstico de malaria en la población sintomática de los municipios endémicos de Colombia. *Biomédica* [Internet]. 2020;40(1):117-28. [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/340047007>

16. Moncada LF. Instituto Politécnico de la Salud. [Internet]. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; [año de publicación no especificado] [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12037/1/100311.pdf>
17. Aninagyei E, Smith-Graham S, Boye A, Egyir-Yawson A, Acheampong DO. Evaluating 18s-rRNA LAMP and selective whole genome amplification (sWGA) assay in detecting asymptomatic Plasmodium falciparum infections in blood donors. Malar J [Internet]. 2019 [citado 25 de febrero de 2025];18:244. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333989807\\_Evaluating\\_18s-rRNA\\_LAMP\\_and\\_selective\\_whole\\_genome\\_amplification\\_sWGA\\_assay\\_in\\_detecting\\_asymptomatic\\_Plasmodium\\_falciparum\\_infections\\_in\\_blood\\_donors](https://www.researchgate.net/publication/333989807_Evaluating_18s-rRNA_LAMP_and_selective_whole_genome_amplification_sWGA_assay_in_detecting_asymptomatic_Plasmodium_falciparum_infections_in_blood_donors)
18. Martiáñez-Vendrell X, Jiménez A, Vásquez A, Campillo A, Incardona S, González R, et al. Quantification of malaria antigens PfHRP2 and pLDH by quantitative suspension array technology in whole blood, dried blood spot, and plasma. Malar J [Internet]. 2020 [citado 25 de febrero de 2025];19:19. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/338498171\\_Quantification\\_of\\_malaria\\_antigens\\_PfHRP2\\_and\\_pLDH\\_by\\_quantitative\\_suspension\\_array\\_technology\\_in\\_whole\\_blood\\_dried\\_blood\\_spot\\_and\\_plasma](https://www.researchgate.net/publication/338498171_Quantification_of_malaria_antigens_PfHRP2_and_pLDH_by_quantitative_suspension_array_technology_in_whole_blood_dried_blood_spot_and_plasma)
19. Kavanaugh MJ, Azzam SE, Rockabrand DM. Malaria rapid diagnostic tests: literary review and recommendation for a quality assurance/quality control

- algorithm. *Malar J* [Internet]. 2021 [citado 25 de febrero de 2025];20:284. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/351252584>
20. Gimenez AM, Marques RF, Regiart M, Bargieri DY. Diagnostic methods for non-falciparum malaria. *Front Cell Infect Microbiol* [Internet]. 2021 [citado 25 de febrero de 2025];11:703285. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352491396>
21. Thomson R, Parr JB, Cheng Q, Chenet S, Perkins M, Cunningham J. Prevalence of *Plasmodium falciparum* lacking histidine-rich proteins 2 and 3: a systematic review. *Malar J* [Internet]. 2020 [citado 25 de febrero de 2025];19(1):350. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/343364453>
22. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). Diagnóstico microbiológico de la malaria. Procedimientos en Microbiología Clínica [Internet]. 2017 [citado 25 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimiento69.pdf>
23. Costa MRF, Barcelos ALR, Camargo MAD, Melo GCD, Almeida AC, Costa AGD, et al. Performance of an immuno-rapid malaria Pf/Pv rapid diagnostic test for malaria diagnosis in the Western Brazilian Amazon. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2019 [citado 25 de febrero de 2025];52:e20180521. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/330451264>

24. Reyes-Baque JM, Loor-Solórzano MA, Moreira-Loor CS. Respuesta inmune, sensibilidad y especificidad de las pruebas rápidas. *Journal Scientific Investigar* [Internet]. 2023 [citado 25 de febrero de 2025];7(2):e1017. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1017>
25. Arróspide N, Sanabria H, Araujo-Banchon WJ. Evaluación de la efectividad de la prueba rápida Optimal-IT™. *BVS Salud* [Internet]. 2022 [citado 25 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/08/1374514/evaluacion-de-la-efectividad-de-la-prueba-rapida-optimal-ittm.pdf>
26. Ruiz Moreno Y, Donato ST, Nogueira F, Sousa Silva M. Comparativa Analysis of the Serological Reactivity of Individuals with Clinical History of Malaria using Two Different ELISA Tests. *Diagnostics*. 30 de octubre de 2019;9(4):168. [Internet]. 2022 [citado 25 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4418/9/4/168>
27. Gimenez AM, Marques RF, Regiart M, Bargieri DY. Diagnostic methods for non-Falciparum malaria. *Front Cell Infect Microbiol* [Internet]. 2021;11:Article 352491396. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352491396>
28. Niederhauser C, Tinguely C, Dreier J, Vollmer T, Marti HP, Nickel B, et al. Comparison of a new IgG-EIA for the detection of anti-Plasmodium antibodies with two currently used assays. *Malar J* [Internet]. 2021;20:Article 351890236. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/351890236>

29. Haider DF, Ahmad DS, Ansari DA, Singh DM. Diagnostic performance of rapid diagnostic test (RDT) and enzyme-linked ImmunoSorbent assay (ELISA) in comparison with microscopy for malaria. *Malar J* [Internet]. 2020;19:Article 346438938. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/346438938>
30. Pulvirenti J, Musso M, Fasciana T, Cascio A, Tricoli MR, Oliveri N, et al. Transfusion-transmitted malaria of *Plasmodium malariae* in Palermo, Sicily. *Malar J* [Internet]. 2021;20:Article 356274812. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/356274812>
31. De La Serna E, Arias-Alpízar K, Borgheti-Cardoso LN, Sanchez-Cano A, Sulleiro E, Zarzuela F, et al. Detection of *Plasmodium falciparum* malaria in one hour using a simplified enzyme-linked immunosorbent assay. *Malar J* [Internet]. 2021;20:Article 348912919. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/348912919>
32. Balmith M, Basson C, Brand SJ. The Malaria Burden: A South African Perspective. *J Trop Med* [Internet]. 2024; Article 378451111. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/378451111>
33. Aschar M, Sanchez MCA, Costa-Nascimento MDJ, Farinas MDLRN, Hristov AD, Lima GFMC, et al. Ultrasensitive molecular tests for *Plasmodium* detection: applicability in control and elimination programs and reference laboratories. *Rev Panam Salud Pública*. 28 de marzo de 2022;46:1. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/359536803>

34. Alemayehu A. Molecular Diagnostic Tools and Malaria Elimination: A Review on Solutions at Hand, Challenges Ahead and Breakthroughs Needed. *Int J Clin Exp Med Sci* [Internet]. 24 de marzo de 2023 [citado 21 de febrero de 2025]; Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=335&doi=10.11648/j.ijcems.20230901.12>
35. Lazrek Y, Florimond C, Volney B, Discours M, Mosnier E, Houzé S, et al. Molecular detection of human Plasmodium species using a multiplex real time PCR. *Sci Rep*. 14 de julio de 2023;13(1):11388. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/372368475>
36. Organización Panamericana de la Salud. Diagnóstico de la malaria: herramientas para el diagnóstico y control de la malaria por microscopía y pruebas de diagnóstico rápido [Internet]. Washington, D.C.: OPS; 2018 [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/sites/default/files/2018-cde-12-diagnostico-malaria-herramientas-ade.pdf>
37. Martín Ramírez S, Muñoz Garcia C, Lanza M, Barón Argos L, Jiménez Mejías A, Rubio JM. Diagnóstico de malaria en un centro de referencia: Pasado, presente y futuro. *Rev Investig Educ En Cienc Salud RIECS*. 26 de febrero de 2021;6(S1):43-54. [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/350121601>
38. Rocha D, De Melo GC, Carneiro JMH, Ribeiro M, Ribeiro S, De Godoy DT, et al. Use of a NAT-based assay to improve the surveillance system and prevent transfusion-transmitted malaria in blood banks. *Malar J*. diciembre

de 2020;19(1):275. [consultado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://www.researchgate.net/publication/343355293>

39. Ruiz SZ. Implementación de un modelo para la identificación de parásitos plasmodium en imágenes de muestras de sangre mediante la utilización de redes neuronales convolucionales. [Internet]. 2021 [citado 25 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/44815fb2-784b-418b-9e14-4eeace501b63>
40. Maturana CR, De Oliveira AD, Nadal S, Bilalli B, Serrat FZ, Soley ME, et al. Advances and challenges in automated malaria diagnosis using digital microscopy imaging with artificial intelligence tools: A review. *Front Microbiol.* 15 de noviembre de 2022;13:1006659. [citado 25 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2023.1240936/full>

## ANEXOS

**TABLA N° 1: Densidad parasitaria estimada por cruces.**

DENSIDAD PARASITARIA	PARASITARIA OBSERVADA
+	1-10 XX CAMPO
++	11-100 X CAMPO
+++	2-10 PARASITOS X CAMPO
++++	< 10 PARASITOS POR CAMPO

**Fuente: OMS.**

**TABLA N° 2**

**Densidad parasitaria estimada por leucocitos y por u/L de sangre.**

	<i>PLASMODIUM VIVAX</i>		<i>PLASMODIUM FALCIPARUM</i>	
	POR LEUCOCITO	100 POR MICROLITO	POR LEUCOCITO	100 POR MICROLITO
<b>BAJA</b>	< 10	<800	<10	<800
<b>MODERADA</b>	10-30	800-4000	10-50	800-4000
<b>ALTA</b>	>30	>2400	>50	>4000

**FUENTE: OMS.**

**TABLA N° 3: Tipos de anticuerpo y antígeno detectando Malaria por la prueba rápida.**

<b>ANTIGENO</b>		
<b>ANTICUERPO</b>	<b>DETECTADO</b>	<b>ESPECIE RECONOCIDA</b>
<b>Anti Pv-pLDH</b>	pLDH	P. vivax
<b>Anti Pvom</b>	pLDH	P. vivax, P. ovalae, P. malariae
<b>Anti Aldosa</b>	Aldosa	Todas las especies de Plasmodium
<b>Anti pan pLDH</b>	pLDH	Todas las especies de Plasmodium
<b>Anti Pf-pLDH</b>	pLDH	P. falciparum
<b>Anti HRP2</b>	HRP2	P. falciparum

**FUENTE:** <https://www.vivaxmalaria.org/diagnosis-treatment/plasmodium-vivax-diagnosis/malaria-rapid-diagnostic-tests-rdts>.

**TABLA N° 4 SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE DIFERENTES MARCAS DE PDR.**

<b>Autor/ Ref.</b>	<b>Año de Publicación</b>	<b>País</b>	<b>Tipo de Estudio</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Marca de PDR</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Especificidad</b>
Kashosi et al.	2017	República Democrática del Congo	Estudio transversal	460 niños	PDR SD-Bioline Malaria-AgPf/Pan™	82.1%	92%
Costa et al.	2019	Brasil	Estudio Prospectivo	181 pacientes	Test InmunoRapid Malaria Pf/Pv	98.9%	100%
Park et al.	2020	Corea	Estudio Comparativo	1129 pacientes	Test rápido BIOCRET Pf(pLDH)	94.8%	100%
Tan et al	2022	Malasia	Estudio Observacional Prospectivo	127 pacientes	PDR basada en Pan-pLDH (First Response® y CareStart™ PAN)	87%	100%
Kabalu et al.	2023	República Democrática del Congo	Ensayo Clínico	497	PDR ultrasensible (NxTek™ Eliminate Malaria P. falciparum RDT)	88%	94.4%

**FUENTE:** Vol.8 No.1 (2024): Journal Scientific Investigar ISSN: 2588-0659 <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.2617-263>