

RECEPCIÓN: 18.11.2025

REVISIÓN: 30.12.2025

PUBLICACION: 15.01.2026

<https://orcid.org/0009-0008-5263-6330>

<https://orcid.org/0000-0003-1716-7707>

<https://orcid.org/0000-0002-9410-5852>

<https://orcid.org/0000-0003-2196-2682>

<https://orcid.org/0000-0002-5796-0649>

LAS PLANTAS: UNA OPORTUNIDAD DE TRATAMIENTO PARA LA MALARIA

PLANTS: A TREATMENT OPPORTUNITY FOR MALARIA

Estefanía del Alba Lizama García¹

María Eugenia Castro^{2*}

Norma A. Caballero³

Thomas Scior⁴

Francisco J. Melendez⁵

¹Estudiante de Maestría en Ciencias Químicas,
Facultad de Ciencias Químicas, BUAP

²Centro de Química del Instituto de Ciencias,
ICUAP, BUAP, 72570, Puebla, México

³Facultad de Ciencias Biológicas,
BUAP, 72570, México

⁴Laboratorio de Simulaciones Moleculares Computacionales,
Facultad de Ciencias Químicas, BUAP, 72570, Puebla México

⁵Laboratorio de Química Teórica,
Facultad de Ciencias Químicas, BUAP, 72570, Puebla, México.
(222) 2295500 ext. 2830 y 2819

Correos:

lg224470029@alm.buap.mx

mareug.castro@correo.buap.mx*

norma.caballero@correo.buap.mx

thomas.scior@correo.buap.mx

francisco.melendez@correo.buap.mx

Resumen

La malaria o paludismo es una enfermedad conocida desde la antigüedad y ha sido la causante de miles de muertes alrededor del mundo hasta el día de hoy. Ésta es transmitida al ser humano por la picadura de mosquitos infectados por el parásito *Plasmodium*. Se han establecido diversos tratamientos para tratar a la malaria, sin embargo, en la actualidad el parásito ha desarrollado resistencia a diversos fármacos, por consiguiente, se han buscado alternativas para combatir a esta enfermedad, por lo que diversos investigadores han centrado sus estudios en fitofármacos con actividad antimalárica. En este artículo se describe de manera general cómo actúa el parásito en el cuerpo humano, sus síntomas, su historia y los tratamientos para la malaria. Además, se destacan los fitoquímicos, así como las plantas que los contienen y que son usadas como tratamiento naturista de esta enfermedad.

Palabras clave: Malaria, *Plasmodium*, fitoquímicos, actividad antimalárica.

Abstract

Malaria is a disease that has been known since ancient times and has caused thousands of deaths around the world to this day. It is transmitted to humans by the bite of mosquitoes infected with the *Plasmodium* parasite. Various treatments have been established to treat malaria; however, the parasite has now developed resistance to various drugs. Therefore, alternative approaches to combat this disease have been sought, and many researchers have focused their studies on phytopharmaceuticals with antimalarial activity. This article provides a general description of how the parasite acts in the human body, its symptoms, its history, and the current treatments for malaria. In addition, it highlights phytochemicals, as well as the plants that contain them, which are used as natural treatments for this disease.

Keywords: Malaria, *Plasmodium*, phytochemicals, antimalarial activity.

Introducción

Malaria

La malaria, conocida también como paludismo, es una enfermedad mortal, que en la mayoría de los casos se transmite por la picadura de mosquitos hembra del género *Anopheles* (Imagen 1), infectadas por el parásito *Plasmodium*, aunque existen otros medios de transmisión menos frecuentes (transfusiones sanguíneas o agujas contaminadas). Esta enfermedad se puede curar con un tratamiento adecuado.



Imagen 1. Mosquito hembra del género *Anopheles* (The Editors of Encyclopaedia Britannica, s/f).

Existen cinco especies de *Plasmodium* causantes de malaria en el ser humano, y dependiendo del agente causal son los síntomas que muestra el paciente.

Plasmodium falciparum es el más mortífero y, cuando la malaria es grave, los síntomas incluyen coma (malaria cerebral), hiperpirexia, convulsiones, hipoglucemia, anemia grave, edema pulmonar agudo, lesión renal aguda, hemorragia espontánea y coagulopatía, acidosis metabólica y coma. *P. vivax* es el más común fuera de África Subsahariana y se considera benigna, sin embargo, puede llegar a ocasionar una malaria grave, los síntomas que presenta son anemia grave, trombocitopenia, edema pulmonar agudo y, con menos frecuencia, malaria cerebral, pancitopenia, ictericia, rotura esplénica, hemoglobinuria, insuficiencia renal aguda y coma. Las especies *P. malariae* y *P. ovale*, son menos comunes. Por otra parte, *P. knowlesi* es un parásito que normalmente infecta a los simios, pero en ocasiones puede transmitirse a los humanos, causando malaria en zonas boscosas del sudeste asiático y la India (Organización Panamericana de la Salud & Organización Panamericana de la Salud, 2023). En la Figura 1 se muestra la distribución de las especies de *Plasmodium* reportadas a nivel mundial de acuerdo con los casos de origen local.

• *P. falciparum* • Especie desconocida • Casos mixtos • *P. vivax*

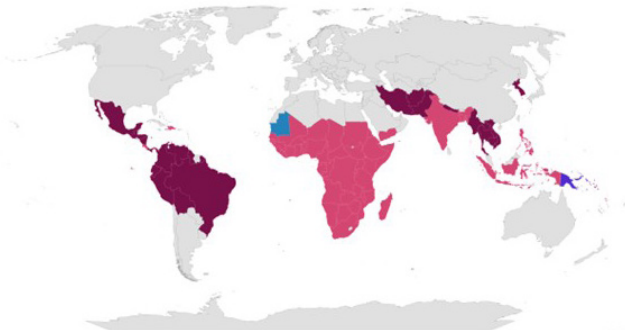


Figura 1. Mapa con la distribución de la identificación de casos causados por las especies de *P. falciparum*, *P. vivax*, casos mixtos y especie desconocida que predominan en los países con casos autóctonos del año 2023 (WHO, 2024).

Estadísticas a nivel mundial y en México

En el año 2023, la OMS reportó que hubo 263 millones de casos en 93 países y alrededor de 597,000 muertes en 83 de ellos. El continente africano es la región más afectada con el 94 % de los casos totales con un 95 % de las muertes, de las cuales el 76 % fueron niños menores de 5 años (OMS, 2024).

Aunque esta enfermedad se encuentra en proceso de eliminación en México, en 2024 se registraron 576 de casos importados, (adquirido de países en donde es endémico) en 22 Estados

(Figura 2), lo que representó un incremento del 92.6% de casos en comparación con lo reportado en 2023, causados por tres especies del parásito: *P. vivax*, *P. falciparum* y *P. ovale*. (Secretaría de Salud, 2025).

Con respecto a los casos autóctonos, se registraron 260 casos en el año 2024 causados por *P. vivax* con respecto a 44 casos del 2023 en las entidades de Chiapas, Oaxaca, Campeche y Chihuahua, como se puede apreciar en la Figura 3 (Secretaría de Salud, 2025).



Ciclo vital del parásito

El ciclo de vida de *Plasmodium falciparum* involucra dos etapas de vida asexual dentro del huésped humano y una etapa sexual dentro del mosquito vector, es decir, de los mosquitos que contienen y transmiten el parásito al ser humano (Salinas et al., 2019) (Figura 4).

Todo comienza cuando el mosquito *Anopheles* (Imagen 1) pica al humano y se inyectan los **esporozoítos**, que son la forma inicial del parásito, desplazándose por el torrente san-

guíneo hasta llegar al hígado para infectar sus células (**hepatocitos**), dando comienzo a la primera etapa denominada **ciclo exoeritrocítico** (esquizogonia) (Kingston & Cassera, 2022), en donde el parásito pasa por varias etapas de desarrollo que concluyen con la formación de miles de **merozoítos**, que son la forma del parásito extracelular más pequeña, los cuales serán liberados de los **hepatocitos** para adherirse e invadir a los **eritrocitos** (glóbulos rojos), y dar inicio a la **etapa sanguínea** (Salinas et al., 2019).

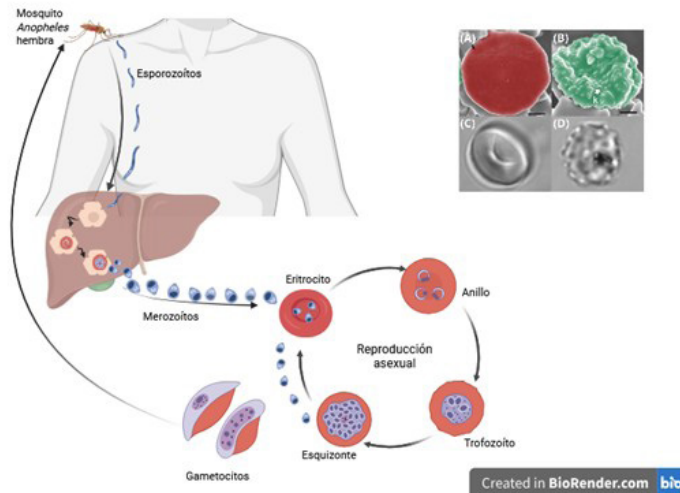


Figura 4. Ciclo de vida de *P. falciparum* (A y C) Eritrocito no infectado, (B y D) eritrocito infectado con el parásito *P. falciparum*. (Tilley et al., 2011) Creada en <https://BioRender.com>

Después de la invasión, se da inicio a la segunda etapa asexual dentro de la vacuola parasitofora, que es como una cápsula que el parásito crea para vivir dentro del eritrocito sin ser destruido, se conoce como **esquizogonia intraeritrocítica** o ciclo de vida eritrocítico asexual y se repite en ciclos que duran alrededor de 48 horas. Se lleva a cabo en cuatro etapas clasificadas en **anillo**, **trofozoito**, **esquizonte** y termina con la **ruptura de la célula** en donde se liberan los **merozoítos** hijos, éstos invaden a otros **eritrocitos**,

prolongando la etapa sanguínea. Este ciclo de constante invasión es el responsable de los síntomas de la malaria, como anemia, fatiga y fiebre. Durante la etapa sanguínea, un pequeño porcentaje de **merozoítos** se convierten en **gametocitos** y se mantienen en la sangre hasta que son absorbidos por un mosquito hembra del género *Anopheles*, iniciando la única etapa sexual del ciclo de vida dentro del mosquito (Salinas et al., 2019; Kingston & Cassera, 2022)

Fármacos usados contra la malaria

Los medicamentos empleados no se han mantenido totalmente vigentes a lo largo del tiempo debido a la resistencia desarrollada por el parásito o a la aparición de efectos secundarios. En la Figura 5 se muestran las estructuras químicas de los compuestos que han sido más utilizados en el tratamiento de la malaria.

Entre ellos, la **cloroquina** se continúa usando (Figura 5), ya que está recomendada para la especie *P.vivax*, siempre y cuando el parásito sea aún sensible al medicamento. La **primaquina** (Figura 5) se utiliza para prevenir recaídas por los parásitos *P.vivax* y *P. ovale* (OMS, 2024).

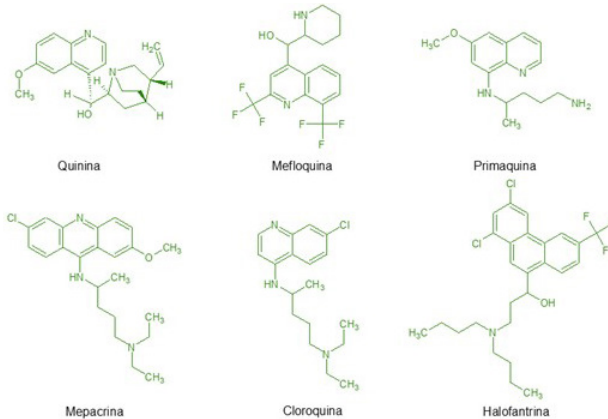


Figura 5. Estructuras químicas de fármacos antimaláricos más utilizados (Modificada de Tse et al., 2019).ceptos de la bioeconomía y de la economía circular. Fuente: Chatterjee et al. (2025)

Plantas medicinales de México para el tratamiento de la malaria

En México, la medicina tradicional, que es el uso de plantas medicinales, ha sido de gran apoyo para el tratamiento de diversas enfermedades, incluida la malaria, por lo que se tiene un registro de diversas plantas que ayudan a tratar a esta enfermedad (Tabla 1) (Aguilar Contreras et al., 1998).

El **arrocillo** (*Parthenium hysterophorus* L.) (Figura 6.A) también conocida como Altamisa, es una hierba que puede ser encontrada desde la zona norte (Estados de Chihuahua y Nuevo León) hasta la región centro-este (Veracruz y Puebla) y suroeste (Guerrero) (Hanan Alipi & Mondragón Pichardo, 2009). Es usada por la población cociendo sus hojas en infusión para ser tomada antes de cada comida. Además, el enfermo se debe bañar cada tercer día con el

cocimiento de la **verbena** (Figura 6.B) (*Verbena litoralis* H.B.K.) y no exponerse al aire después del baño. (Aguilar Contreras et al., 1998). El **guayacán** (Figura 6.C) (*Acosmium panamense*) y la **damiana** (Figura 6.D) o hoja de fibre (*Turnera diffusa*) son plantas que antiguamente se utilizaban en baños y en infusiones para el tratamiento de la malaria. En el guayacán se emplea la corteza, mientras que en la hoja de fiebre se utiliza la parte aérea —tallos, hojas, flores y frutos (Frei et al., 1998). **Bayetilla**, también conocida como corailillo o tres hojitas (*Hamelia patens* Jacq.) (Figura 6.E), es una planta arbustiva que se encuentra en regiones de clima cálido y semicálido. Es usada para tratar a la malaria preparando una infusión con 3 hojas para posteriormente ser tomada (Aguilar Contreras et al., 1998).

Tabla 1. Plantas medicinales utilizadas en México para el tratamiento de la malaria.

| Nombre popular | Nombre científico | Familia botánica |
|---------------------|--|------------------|
| Ajo | <i>Allium sativum</i> L. | LILIACEAE |
| Altamisa | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | COMPOSITAE |
| Amapola | <i>Papaver somniferum</i> L. | PAPAVERACEAE |
| Anemats (L. Mixe) | <i>Russelia sarmentosa</i> Jacq. | SCROPHULARIACEAE |
| Campana bomol | <i>Brugmansia arborea</i> (L.) Lagerh | SOLANACEAE |
| Cempazuchil | <i>Tagetes erecta</i> L. | COMPOSITAE |
| Copalchi | <i>Coutarea latiflora</i> Moc. & Sessé | RUBIACEAE |
| Copalchi | <i>Hintonia latiflora var leiantha</i> (DC.) Bullock | RUBIACEAE |
| Fresno | <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. | OLEACEAE |
| Guayacán | <i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yakovzelev | LEGUMINOSAE |
| Sikaxinga (L. Mixe) | <i>Polymnia maculata</i> Cav. | COMPOSITAE |
| Tres hojitas | <i>Hamelia patens</i> Jacq. | RUBIACEAE |
| Xjo'oyok (L. Maya) | <i>Morinda yucatanensis</i> Greenm. | RUBIACEAE |
| Verbena | <i>Verbena litoralis</i> H.B.K. | VERBENACEAE |

Nota: Los nombres botánicos tienen el siguiente formato: género (en cursiva, con mayúscula) y el epíteto específico o especie (en cursiva y minúscula). La abreviatura del autor (ej. L. para Linneo) indica quién describió la especie. Si el autor aparece entre paréntesis (ej. (L.)), la especie fue originalmente descrita en otro género.

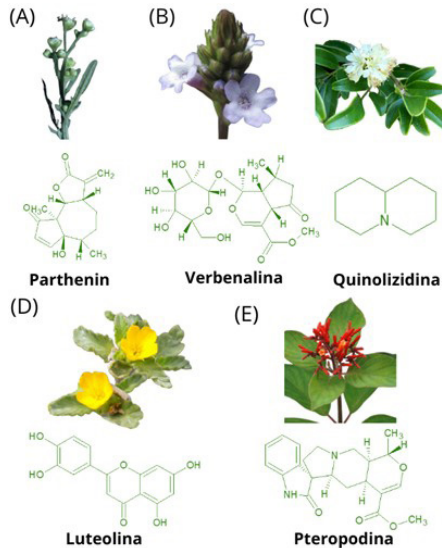


Figura 6. (A) Hierba arrocillo y la estructura de Parthenin (Hanan Alipi, A. M., & Mondragón Pichardo 2009, 2009). (B) Verbena con la estructura de verbenalina, fotografía de Pedro Tenorio Lezama (Hanan Alipi & Mondragón Pichardo, 2009). (C) Planta de guayacán y estructura de la quinolizidina (CONABIO, 2024). (D) Planta damiana y la estructura de luteolina (CONABIO, 2024). (E) Planta bayetilla, fotografía por Pedro Tenorio Lezama (Hanan Alipi & Mondragón Pichardo, 2009) y estructura química de pteropodina.

Clasificación de fitoquímicos para el tratamiento de la malaria

Actualmente, la Organización Mundial de la Salud menciona que el tratamiento más eficaz contra *P. falciparum* es la polifarmacoterapia, que es el uso de varios medicamentos para tratar la enfermedad, combinando a la artemisinina con algún otro medicamento (Terapia Combinada basada en Artemisinina (ACT)) (Rathod et al., 2022).

La **artemisinina** o Qinghaosu es un compuesto que fue extraído de las hojas de la hierba *Artemisia annua* (Qinghao) (Figura 7). Esta hierba ha sido utilizada desde hace más de 2000 años en la medicina tradicional China como medicamento antimalárico. Es un fármaco eficaz contra la espe-

cie *P. falciparum* (Qinghaosu Antimalaria Coordinating Research group, 1979; Tse et al., 2019)

Una amplia variedad de compuestos de origen vegetal (fitoquímicos) ha demostrado actividad antimalárica, clasificándose en alcaloides, flavonoides, terpenoides, quinonas, cumarinas, compuestos fenólicos, poliacetilenos, xantonas, esteroides y lignanos (Amoa Ongué et al., 2013). Aunque el mecanismo responsable de esta actividad biológica aún no se ha esclarecido, la identificación de dianas terapéuticas moleculares representa un área clave para el diseño de fármacos específicos basados en fitoquímicos.

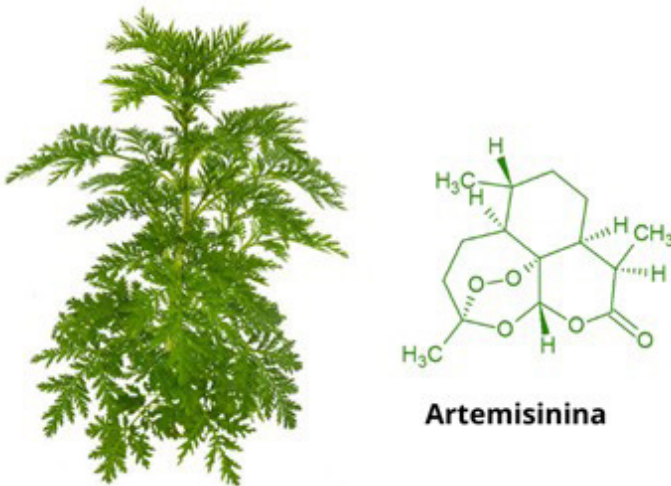


Figura 7. Planta *Artemisia annua* y estructura química de la artemisinina (Kingston & Cassera, 2022)

Alcaloides

Algunos alcaloides identificados con actividad antimalárica son la **casilarina A** (Figura 8) aislada de las hojas de *Cassia siamea* (Kingston & Cassera, 2022), usada tradicionalmente en Indonesia para tratar la fiebre y la malaria (Tajuddeen & Van Heerden, 2019). **Liscamina** y **trivalvona** (Figura 8) mostraron actividad antimalárica y provienen de las hojas de *Annickia kummeriae* (Annonaceae)

de Tanzania. Las plantas de este género son conocidas en África central y occidental por su uso en el tratamiento de la malaria (Bekono et al., 2020). El indolizidino: **prosopilosidina** (Figura 8), fue aislado de las hojas de *Prosopis glandulosa* Torrey var. *glandulosa* (Leguminosae), presentó una potente actividad antimalárica a una cepa con resistencia a la cloroquina (Bero, 2011).

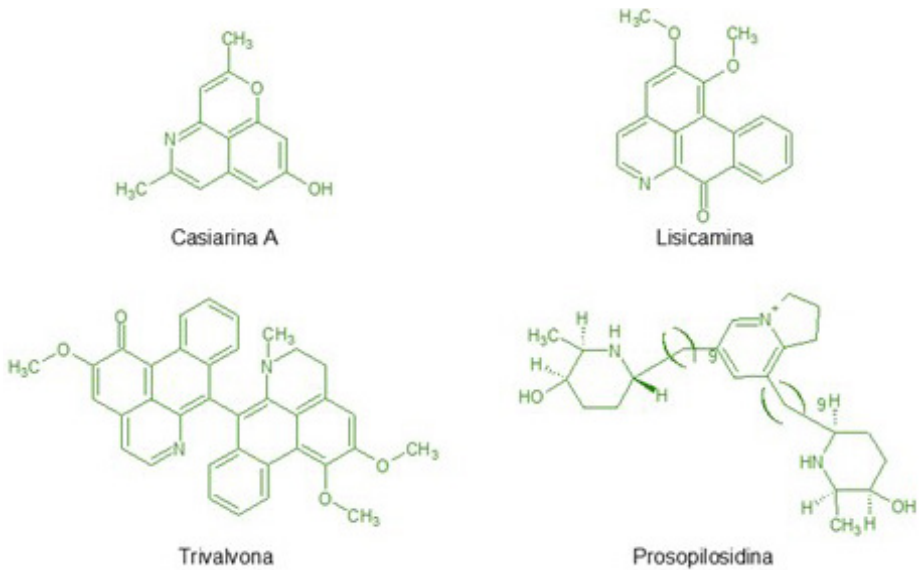


Figura 8. Estructuras químicas de algunos alcaloides con actividad antimalárica (Elaboración propia).

Flavonoides

Las flavanonas **artocarpesina** y **kushenol E** (Figura 9) fueron aisladas de la corteza de tallo de *Morus mesozygia* (Moráceas) de Camerún. Esta planta es usada para el tratamiento de

muchas enfermedades, entre ellas la malaria y la fiebre. Estos son algunos de los compuestos con actividad antiplasmodial contra *P. falciparum* (Ntie-Kang et al., 2014).

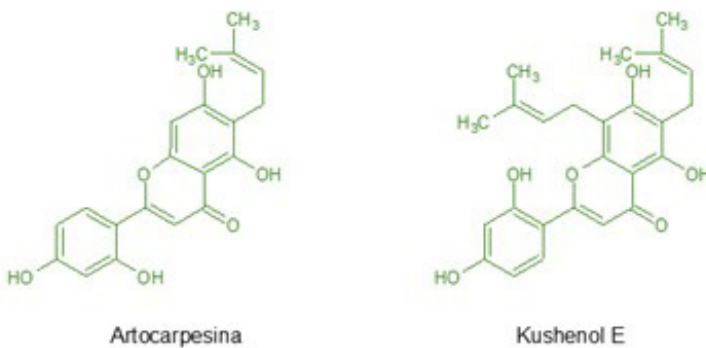


Figura 9. Estructuras químicas de flavonoides con actividad antimalárica (Elaboración propia).

Terpenoides

Los limonoides **metilangolensato** extraído de la corteza y de las semillas de la planta *Khaya grandifoliola* (Meliaceae) que se usa en la subregión de África Central para tratar dolencias, incluida la malaria y **acetato de 7 α -obacunilo** aislado

de la corteza de tallo de *Entandrophragma angolense* (Meliaceae), ambas cosechadas en Camerún, presentaron una considerable actividad contra el parásito de la malaria (Figura 10) (Amoa Ongué et al., 2013).

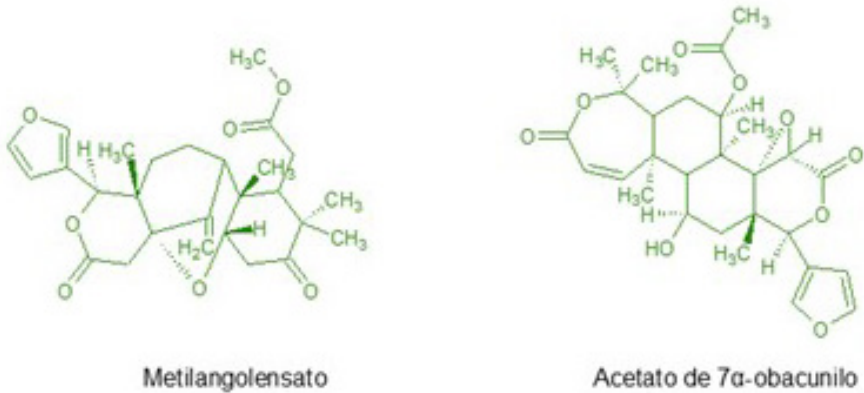


Figura 10. Estructuras químicas de terpenoides con actividad antimalárica (Elaboración propia).

Quinonas

Las naftoquinonas **psicorubrina**, extraídas de las hojas de *Pentas longiflora* (Rubiaceae), planta utilizada en la medicina tradicional de Kenia para tratar a la malaria y la **plumbagina** principal fitoquímico de varias especies

de *Plumbago* (Plumbaginaceae), incluyendo *Plumbago indica* y *Plumbago zeylanica* aislado de las raíces, mostraron tener actividad antipalúdica a *P. falciparum* (Figura 11) (Tajuddeen & Van Heerden, 2019).

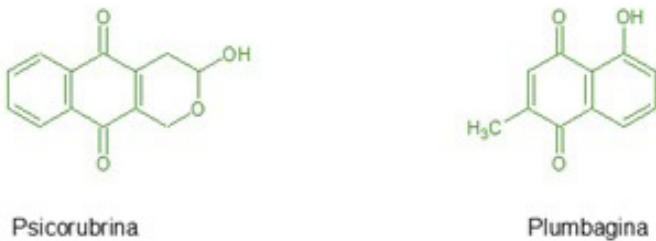


Figura 11. Estructuras químicas de quinonas con actividad antimalárica (Elaboración propia).

Conclusiones

La malaria es una enfermedad infecciosa que sigue siendo un gran reto para la salud pública a nivel mundial. Uno de los principales desafíos es que muchos de los medicamentos son cada vez menos efectivos, debido a la resistencia desarrollada por el agente infeccioso. Ante esta problemática, los fitoquímicos representan una gran oportunidad al utilizarlos como estructuras moleculares base para el diseño de nuevos fármacos antimaláricos. Con ayuda de herramientas computacionales del área de la química y la biología, se puede entender cómo los fitofármacos actúan a nivel molecular con posibles dianas terapéuticas centradas en el parásito que provoca la malaria. [1.1][1.2]

Algunas **casilarinas** han mostrado actividad antimalárica en estudios *in vitro* frente a la cepa de *Plasmodium falciparum* (Negi et al., 2018). Además, sus propiedades moleculares, toxicidad y capacidad inhibitoria o activadora de algunas dianas moleculares del parásito se han evaluado usando técnicas computacionales, como cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad, cálculos de acoplamiento molecular y simulaciones de dinámica molecular (Devanath et al., 2024).

Conflicto de intereses

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración de privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Los autores se descargan de responsabilidad (INTELIGENCIA ARTIFICIAL) Los autores declaran por la presente que NO se han utilizado tecnologías de IA generativa, tales como modelos de lenguaje grandes (*ChatGPT, COPILOT, etc.*) y generadores de texto a imagen, durante la redacción o edición de este manuscrito.

Agradecimientos

Estefanía del Alba Lizama García[4.1][4.2] agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca de Maestría (CVU: 1340304). Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP-BUAP), al Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS-BUAP) por los recursos computacionales y al Cuerpo Académico BUAP-CA-263 de PRODEP (SEP, México).

Referencias

- Aguilar Contreras, A., Camacho Pulido, J. R., Chino Vargas, S., Jacquez Ríos, P., & López Villafraanco, M. E. (1998). Plantas medicinales del herbario IMSS: Su distribución por enfermedades. Instituto Mexicano del Seguro Social/Grupo Roche Syntex.
- Amoa Ongué, P., Ntie-Kang, F., Lifongo, L. L., Ndom, J. C., Sippl, W., & Mbaze, L. M. (2013). The potential of anti-malarial compounds derived from African medicinal plants. Part I: A pharmacological evaluation of alkaloids and terpenoids. *Malaria Journal*, 12(1), 449. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-449>
- Bekono, B. D., Ntie-Kang, F., Ongué, P. A., Lifongo, L. L., Sippl, W., Fester, K., & Owono, L. C. O. (2020). The potential of anti-malarial compounds derived from African medicinal plants: A review of pharmacological evaluations from 2013 to 2019. *Malaria Journal*, 19(1), 183. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03231-7>
- Bero, J. Q.-L., Joëlle. (2011). Natural Products Published in 2009 from Plants Traditionally Used to Treat Malaria. *Planta Medica*, 77(06), 631-640. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250405>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2024). Bálsama amarillo. Enciclopedia. Recuperado el 8 de julio de 2025, de <https://enciclovida.mx/especies/239571>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2024). Damiana. Enciclopedia. Recuperado el 8 de julio de 2025, de <https://enciclovida.mx/especies/6031798>
- Devanath, B., Chetia, B., Shakya, A., Ghosh, S. K., Patgiri, S. J., Bhowmick, I. P., Singh, U. P., & Bhat, H. R. (2024). In silico study, synthesis and antimalarial evaluation of hybrid pyridine substituted pyrazole 1,3,5-triazine derivatives. *3 Biotech*, 14(12), 301. <https://doi.org/10.1007/s13205-024-04129-w>
- Frei, B., Baltisberger, M., Sticher, O., & Heinrich, M. (1998). Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, Mexico): Documentation and assessment of indigenous uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 62(2), 149-165. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00051-8)
- Hanan Alipi, A. M., & Mondragón Pichardo, J. (2009, agosto 16), Malezas de México, Asteraceae Parthenium hysterophorus L., fecha de acceso 2025, julio 08, <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/parthenium-hysterophorus/fichas/ficha.htm>
- Hanan Alipi, A. M., & Mondragón Pichardo, J. (2009, agosto 10), Malezas de México, Rubiaceae Hamelia patens Jacq, fecha de acceso 2025, julio 08, <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/rubiaceae/hamelia-patens/fichas/pagina1.htm>
- Hanan Alipi, A. M., & Mondragón Pichardo, J. (2010, junio 24), Malezas de México, Verbena litoralis Kunth, fecha de acceso 2025, agosto 08, <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/verbena-litoralis/fichas/ficha.htm#9.%20Referencias>
- Kingston, D. G. I., & Cassera, M. B. (2022). *Antimalarial Natural Products (Vol. 117)*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89873-1>
- Negi, A., Bhandari, N., Shyamal, B. R. K., & Chaudhary, S. (2018). Inverse docking based screening and identification of protein targets for Cassiarin alkaloids against Plasmodium falciparum. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 26(4), 546-567. <https://doi.org/10.1016/j.sjps.2018.01.017>
- Ntie-Kang, F., Ongué, P. A., Lifongo, L. L., Ndom, J. C., Sippl, W., & Mbaze, L. M. (2014). The potential of anti-malarial compounds derived from African medicinal plants, part II: a pharmacological evaluation of non-alkaloids and non-terpenoids. *Malaria Journal*, 13(1), 81. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-81>
- Organización Mundial de la Salud. (2024, diciembre 11). Paludismo. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- Organización Panamericana de la Salud & Organización Panamericana de la Salud. (2023). Directrices de la OMS sobre la malaria, 13 de julio del 2021. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57291>
- Qinghaosu Antimalaria Coordinating Research group. (1979). ANTIMALARIA STUDIES ON QINGHAOSU. *Chinese Medical Journal*, 92(12), 811-816. <https://doi.org/10.5555/cmj.0366-6999.92.12.p811.01>
- Rathod, G. K., Jain, M., Sharma, K. K., Das, S., Basak, A., & Jain, R. (2022). New structural classes of antimalarials. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 242, 114653. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2022.114653>
- Salinas, N. D., Tang, W. K., & Tolia, N. H. (2019). Blood-Stage Malaria Parasite Antigens: Structure, Function, and Vaccine Potential. Mechanisms and Strategies of Host Response to Pathogens, 431(21), 4259-4280. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.05.018>

- Secretaría de Salud. (2025, julio 4). Informe Quincenal de Vigilancia Epidemiológica de Paludismo 2025. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/documentos/informe-quincenal-de-vigilancia-epidemiologica-de-paludismo-2025>
- Tajuddeen, N., & Van Heerden, F. R. (2019). Antiplasmodial natural products: An update. *Malaria Journal*, 18(1), 404. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-3026-1>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (s/f). Anopheles. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/animal/Anopheles#/media/1/26605/321507>
- Tilley, L., Dixon, M. W. A., & Kirk, K. (2011). The Plasmodium falciparum-infected red blood cell. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 43(6), 839–842. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2011.03.012>
- Tse, E. G., Korsik, M., & Todd, M. H. (2019). The past, present and future of anti-malarial medicines. *Malaria Journal*, 18:93(1). <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2724-z>
- World Health Organization. (2024). World malaria report 2024: Addressing inequity in the global malaria response.