

# Boletín Epidemiológico de las FUERZAS ARMADAS

NÚM. 301

ABRIL 2021

## VIGILANCIA DE LA COVID-19 DESDE EL IMPDEF MEDIANTE LA PLATAFORMA GO- DATA

*Elena Navarrete Martínez*

### CONTENIDO:

Vigilancia de la Covid-19 desde el IMPDEF  
mediante la plataforma Go-Data 1  
Capitán Enfermera  
D<sup>a</sup> Elena Navarrete Martínez  
Servicio de Epidemiología e Inteligencia  
Sanitaria del IMPDEF

Usos del suelo y paludismo en el siglo XXI:  
revisión de sus principales cuestiones 9  
D. Alejandro Martínez Portillo  
R2 de Medicina Preventiva y Salud Pública

### Edita:



NIPO 083-15-139-8 (edición en línea)

ISSN 2444-7579 (edición en línea)

Catálogo de Publicaciones de la Administración  
General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

Catálogo de Publicaciones de Defensa:

<https://publicaciones.defensa.gob.es>

App Revistas de Defensa:

Google Play: <https://play.google.com/store/App>

Store: <http://store.apple.com/es>

GO-DATA es una plataforma que permite la recogida de la información sobre casos de COVID-19 y sus contactos estrechos, incluido su seguimiento.

La herramienta está disponible en todo el mundo para la OMS, Estados Miembros y otras Instituciones con el objetivo de apoyar y facilitar la investigación de brotes mediante la recopilación de datos de campo, seguimiento de contactos estrechos y la visualización de cadenas de transmisión en situaciones de emergencia de salud pública.

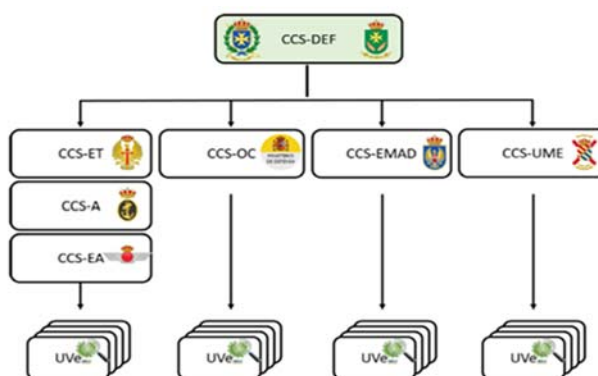
La herramienta GO-DATA-Data se consideró para dar cumplimiento a la Instrucción 43/2020, de 24 de julio, de la Subsecretaría de Defensa, por la que se establece el Sistema de Respuesta Temprana ante el COVID-19, en situación de nueva normalidad, en el ámbito del Ministerio de Defensa y a la I.T. 04/2020, de 30 julio de 2020, de la Inspección General

de Sanidad, por la que se regula el sistema de rastreo para la detección precoz y vigilancia epidemiológica del COVID-19 en el Ministerio de Defensa.

El Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa (IMPDEF) y el Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CESTIC) han colaborado para la adaptación de esta herramienta, a este ámbito concreto para hacer más fácil y práctica la identificación y seguimiento de contactos estrechos de COVID-19.

El manejo de esta aplicación se puso en funcionamiento el día 16 de octubre de 2020 en coordinación con los diferentes Centros de Control y Seguimiento (CCS's), y tras impartir sesiones formativas vía online al personal al cual iba destinado su uso. Estos Centros de Control de Seguimiento representan a los diferentes Ejércitos

y se estructuran de la siguiente manera:



El Centro de Control y Seguimiento de la Defensa (CCS-DEF) está encuadrado en el Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa y es el responsable de la dirección y funcionamiento del Sistema de Rastreo del Ministerio de Defensa.

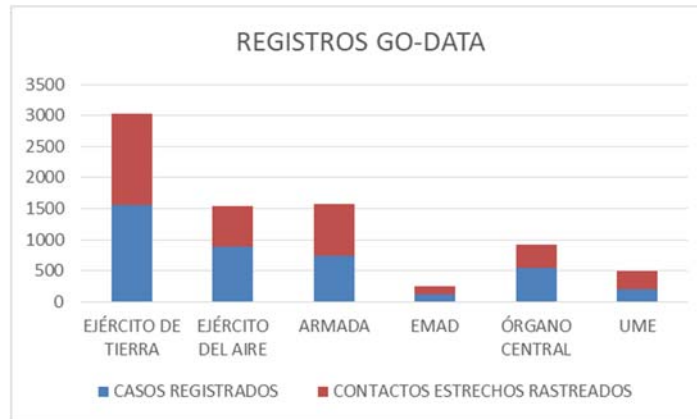
Hasta el momento hay un total de 667 profesionales de las Fuerzas Armadas (FAS), personal sanitario en su mayor parte, responsables de trabajar en esta tarea. El personal encargado se encuadra en cada uno de los 6 CCS,s trabajando cada día para un fin común, dedicados a nutrir y a llevar a cabo esta función de rastreo de contactos, fundamental para identificar precozmente y frenar el avance del virus.

En este informe se recogen los casos y contactos registrados por los CCS,s desde el día 16 de octubre de 2020 hasta mayo de 2021 en GO-DATA.

Los resultados reflejados en la figura 1 muestran que se han recogido un total de 2.783 casos confirmados y 2.321 contactos estrechos rastreados por los diferentes CCS,s. La relación entre el número de casos y contactos revisados por los diferentes CCS,s es complicada, por las diferencias que caracterizan a cada colectivo (número de personal, funciones asignadas y cometidos, edad, etc.). Sin embargo, la proporción de casos/contactos estudiados por cada CCS,s es similar, representando la utilidad del trabajo en la planificación de la gestión y seguimiento de los casos.

La estrategia integral de identificación precoz de casos y localización de sus contactos de forma rápida en las Unidades, Centros y Organismos (UCO), ha permitido contener la media de contactos generados por cada caso confirmado por debajo de 1.

Figura 1: Registro en GO-DATA de Casos-Contactos en seguimiento por CCS,s desde Octubre 2020 a mayo 2021



Las figuras de la 2 a la 7 muestran la curva epidemiológica y la evolución en el tiempo de los casos registrados en GO-DATA en la tercera ola de COVID-19 observada en los CCS,s del Ministerio de Defensa. El máximo de incidencia se registró en las primeras

semanas de 2021, y gracias al trabajo de seguimiento diario de los rastreadores, Jefes de Unidades de Vigilancia (JUVE,s) y CCS,s, se ha conseguido sin duda disminuir los niveles de transmisión y reducir la incidencia en el entorno del Ministerio de Defensa.

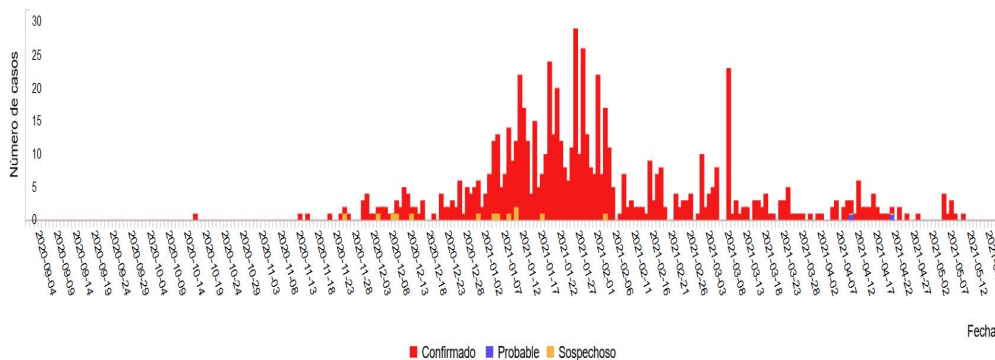


Figura 2: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS ARMADA

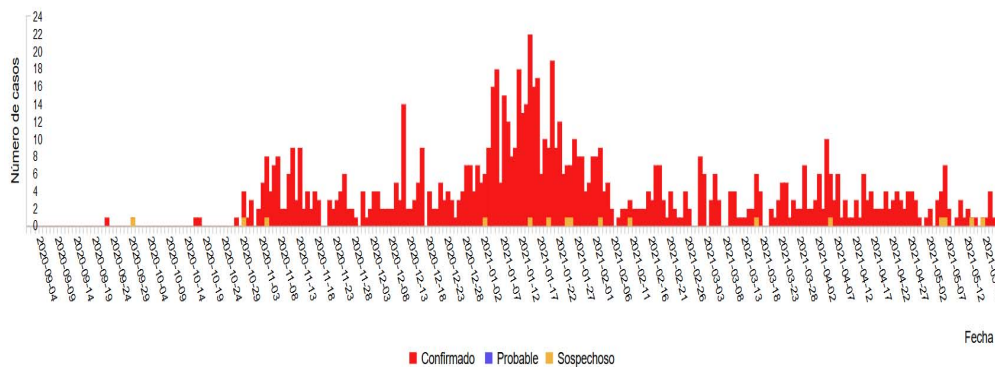


Figura 3: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS E.A.

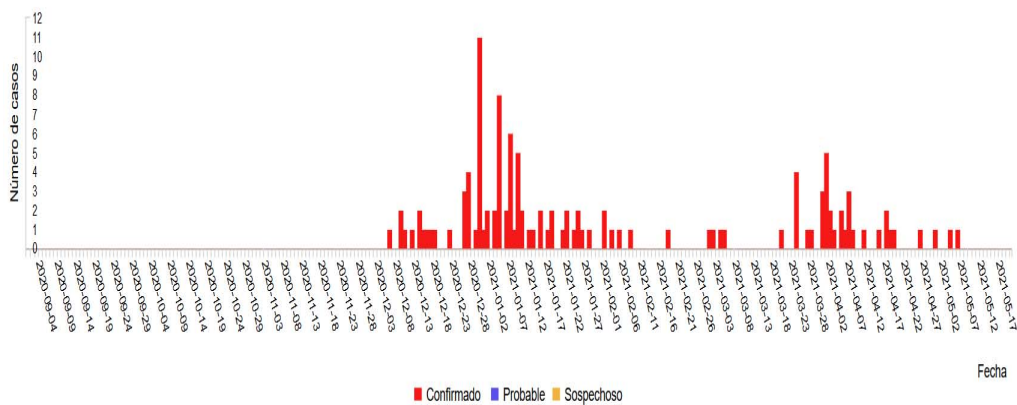


Figura 4: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS EMAD

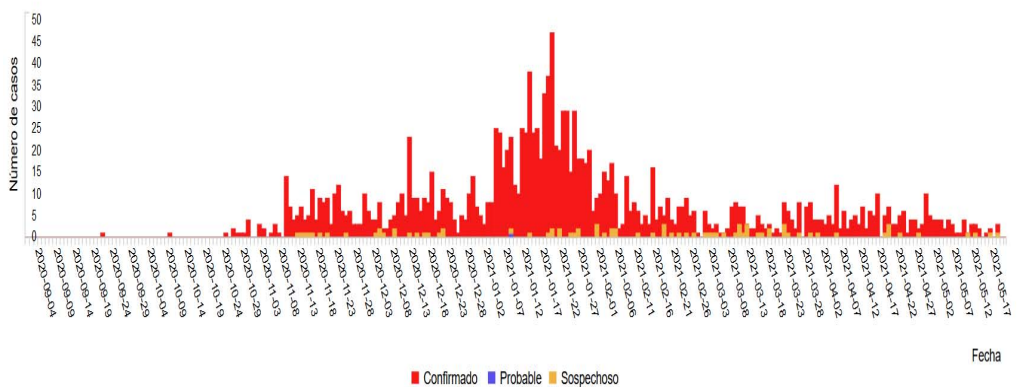


Figura 5: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS E.T.

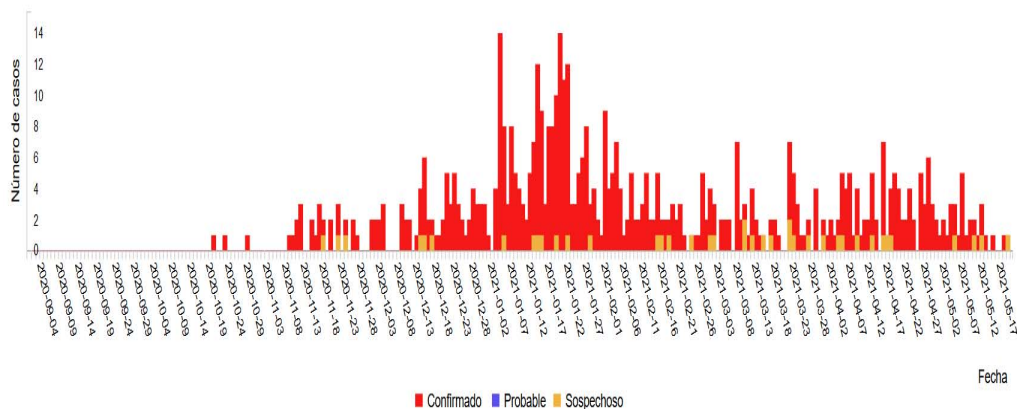


Figura 6: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS O.C.

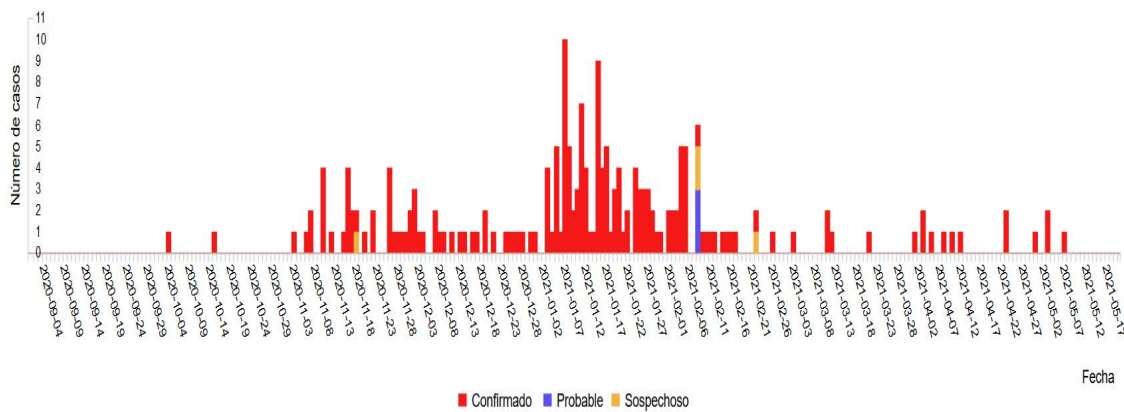


Figura 7: Curva epidemiológica de casos registrados en GO-DATA por CCS UME

El total de casos registrados y de contactos estrechos rastreados distribuidos por CCS's se muestra en la figura 8.

CCS's	CASOS REGISTRADOS	CONTACTOS ESTRECHOS RASTREADOS
EJÉRCITO DE TIERRA	1565	1466
EJÉRCITO DEL AIRE	889	656
ARMADA	734	844
EMAD	121	123
ÓRGANO CENTRAL	550	368
UME	200	291

Figura 8: Distribución de casos y contactos estrechos registrados por CCS

Las figuras de la 9 a la 14 muestran la distribución geográfica de los casos correspondientes a los diferentes CCS's registra-

dos en UCO's de Territorio Nacional donde el personal de la Fuerza tiene una mayor representación.



Figura 9: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS Armada



Figura 10: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS E.A.



Figura 11: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS E.T.



Figura 12: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS EMAD

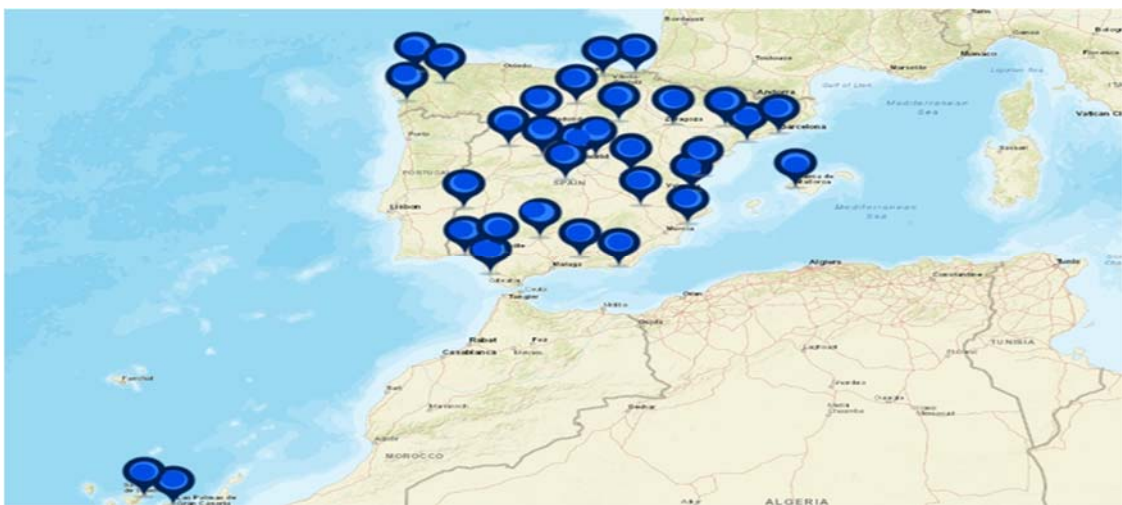


Figura 13: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS O.C.



Figura 14: Distribución geográfica casos en GO-DATA-Data de CCS UME

Hasta mayo del 2021 se han registrado más de 100 brotes, repartidos entre las diferentes unidades de Territorio Nacional.

La mayoría son brotes con pocos casos y contactos, lo cual facilita su gestión. En cambio constan datos de otros brotes más numerosos, que ponen de manifiesto las dificultades logísticas existentes en algunos centros para su correcto manejo y control.

Como conclusión se deriva que gracias al uso eficiente de esta herramienta diseñada para el rastreo de contactos, se ha conseguido mitigar y mantener los niveles de contagio e interrumpir las cadenas de transmisión en el ámbito del Ministerio de Defensa.

El estudio de los datos cargados en la aplicación permite determinar la epidemiología de los mismos, así como establecer el origen y distribución de los brotes notificados. Este hecho facilita el fijar una vía de contacto permanente con el personal del Cuerpo Militar de Sanidad de las UCO's afectadas, para su asesoramiento técnico en la gestión y manejo de los mismos.

Desde este IMPDEF, en nombre de su Directora y del resto de profesionales que lo componen, queremos agradecer el trabajo y esfuerzo de todo el personal de las UCO's involucrados en esta labor.

Animamos desde aquí a seguir en esta línea, y a continuar llevando a cabo el rastreo y seguimiento de contactos estrechos, del que todos salimos beneficiados.



# USOS DEL SUELO Y PALUDISMO EN EL SIGLO XXI: REVISIÓN DE SUS PRINCIPALES CUESTIONES

*Alejandro Martínez Portillo*

## INTRODUCCIÓN

El deslumbrante éxito de la tecnología médica frente a numerosas enfermedades infectocontagiosas en el último siglo ha conllevado un descuido de otros modelos de comprensión de la enfermedad, en los que se consideran, además del agente patógeno y la correspondiente respuesta inmune, otros factores de diversa naturaleza que complican y amplían la trama de causalidad que conduce a la aparición de una enfermedad. No obstante, esta visión holística ha sido, quizás, más difícil de eludir en el caso de las enfermedades transmitidas por vectores, en las que su vinculación con las condiciones del entorno se muestra de forma mucho más evidente.

Superada la segunda década del siglo XXI, las consecuencias para los seres humanos de fenómenos como la globalización o el cambio climático se han hecho patentes y son hechos consumados. Los efectos que estos cambios globales están teniendo sobre la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores han ayudado a reconocer la necesidad de modelos comprensivos que dirijan la mirada científica más allá de la fisiopatología tradicional.

De las enfermedades transmitidas por vectores, el paludismo acumula, dada su longeva relación con la especie humana, un gran cuerpo de evidencia histórica en lo que respecta a sus relaciones con el entorno y los procesos de antropización: ya antes de los primeros descubrimientos sobre la etiopatogenia del paludismo se había relacionado la enfermedad con condiciones climáticas y geológicas, así como con intervenciones humanas tales como el cultivo de arroz<sup>1</sup>. Precisamente los usos humanos del suelo concentran una parte importante de la evidencia epidemiológica actual sobre malaria.

Ante la creciente demanda de alimentos, combustibles y otros productos de consumo, las estimaciones para los próximos años dan cuenta de un considerable incremento en las tierras destinadas a la agricultura. La minería de metales imprescindibles para buena parte de la tecnología actual o la explotación maderera de los bosques son otras de las industrias que fuerzan cambios irreversibles a corto plazo sobre las condiciones de los suelos, todas ellas conducidas

---

<sup>1</sup> Ya en el siglo XVIII, en España el cultivo de arroz generó acalorados debates que se polarizaban a lo largo del eje salud pública – crecimiento económico (Franco, 1797), al ser el arroz un cultivo rentable, calórico y que permitía aprovechar tierras no aptas para otros cultivos, y al que por tanto no era fácil renunciar.

por retos demográficos y ecológicos planteados en función de modelos de consumo insostenibles. En los balances de coste-beneficio de estas actividades, los efectos sobre la salud humana deberían ser una de las externalidades principales a tener en cuenta. El objetivo de este texto es, por medio de una revisión narrativa de la evidencia actual, dar una imagen panorámica de algunas formas en que el paludismo y los usos de la tierra se relacionan, así como referir las principales cuestiones en debate.

#### **Usos agrícolas: cultivando mosquitos**

Aunque las diversas especies de *Anopheles*, e incluso subtipos dentro de una misma especie, pueden mostrar requerimientos particulares para su reproducción y viabilidad como vectores, cabe hablar de unos factores ambientales comunes que ponen las bases para el desarrollo de una población de mosquitos capaces de transmitir el *Plasmodium*. Estos factores son principalmente la temperatura y la presencia de colecciones de aguas tranquilas.

Es evidente que las explotaciones agrícolas requieren de agua (la actividad agraria usa aproximadamente dos tercios del agua dulce en

el mundo), aunque no todos los sistemas de riego generan entornos favorables a los mosquitos. Uno de los cultivos más relacionados con la incidencia de paludismo es el arrozero (Robert et al., 1992).

Los riegos por inundación o aquellos que dependen de colecciones de agua cercanas, especialmente si son artificiales o están antropizadas, sí que pueden resultar más propicias para el desarrollo de poblaciones de *Anopheles*. Las colecciones de agua de origen humano, además de ofrecer buenas condiciones en cuanto a oxigenación y movimiento del agua, libran a las larvas de la presión predatoria que podrían sufrir en entornos naturales o menos antropizados (Srivastava, Kharbuli, Shira, & Sood, 2013).

La adaptación de zonas naturales para su uso agrícola también parece tener consecuencias que podrían ser favorables a los vectores. Cambios en la cobertura vegetal pueden originar cambios microclimáticos (temperatura, evapotranspiración, escorrentía) que afectan al desarrollo larvario y la vida adulta del mosquito (Kweka, Kimaro, & Munga, 2016; Patz, Olson, Uejio, & Gibbs, 2008). Mayores temperaturas, alcan

zadas gracias a una mayor exposición solar, pueden contribuir a la multiplicación de microorganismos en el agua, aumentando la disponibilidad de alimento para las larvas. Además, los incrementos en temperatura pueden, hasta cierto punto, acelerar la maduración de las larvas y el propio *Plasmodium* (López-Vélez & Molina Moreno, 2005). No obstante, todas estas condiciones a nivel microlocal no pueden escapar de un marco climático general que sea favorable a los mosquitos.

Existe una gran cantidad de literatura señalando la relación entre las zonas de cultivo y la presencia de mosquitos Anopheles (Bhattarai, Kolivras, Ghimire, & Shao, 2020; Hernández-Valencia, Rincón, Marín, Naranjo-Díaz, & Correa, 2020; Janko et al., 2018; Matthys et al., 2006; Stoops et al., 2008; Zohdy et al., 2016). Sin embargo, algunos autores han cuestionado y matizado la aparente inmediatez de esta relación, e incluso se han opuesto a ella. En general, si bien las condiciones biofísicas impuestas por los terrenos de cultivo parecen favorables a la reproducción de los vectores, la actividad agrícola trae consigo una serie de variables socioeconómicas dinámicas que condicionan a lo largo del tiempo la incidencia de la enfermedad. En primer lugar, la actividad económica implica en ocasiones un mayor tránsito de personas o una población flotante (Basurko et al., 2013), lo que efectivamente podría ser un factor de riesgo para el incremento de la incidencia de paludismo en una región. Sin embargo,

con el tiempo, una mejoría del nivel económico y los recursos sanitarios disponibles para la población de las explotaciones agrarias podrían relacionarse con la disminución de las cifras de paludismo, como así se ha detallado en trabajos que dan cuenta de esta dinámica: incremento inicial y posterior descenso de la incidencia (Baeza, Santos-Vega, Dobson, & Pascual, 2017). Muchos de los trabajos recientes que relacionan paludismo y usos del suelo se localizan en regiones “fronterizas” entre los bosques, hábitat de los mosquitos, y las tierras de cultivo anexas, previamente deforestadas. Este interés podría responder a la necesidad de dar con nuevos terrenos con suelos aptos para la agricultura, que muchas veces están ocupados por bosques o selvas.

Aunque muchas veces no es clara la diferenciación entre los efectos de los cultivos en sí y la propia deforestación, dado que actualmente gran parte de la problemática tiene lugar en nuevas tierras de cultivo arrebatadas a las selvas, resultaría de gran conveniencia poder contar con evidencia sólida sobre los efectos de la deforestación en las poblaciones de anofelinos. El trabajo de Valle y Clark, centrado en la selva amazónica de Brasil (Valle & Clark, 2013) arroja resultados contundentes: los terrenos cubiertos con vegetación boscosa tenían un efecto 25 veces superior sobre la incidencia de malaria que aquellos deforestados. La lógica que sustenta estas afirmaciones se basa en que el riesgo frente a paludismo se

da precisamente en la frontera con los bosques, de modo que, con el tiempo, los asentamientos agrícolas se alejan de esta región límite a medida que avanza la tala del bosque (sumándose así al potencial beneficio de la disponibilidad de recursos económicos y sanitarios). Por otro lado, al referirse a las contradicciones en las que su conclusión entra con una parte importante de los trabajos publicados al respecto, señalan las particularidades relativas al tipo de explotación que habitualmente tiene lugar en la selva brasileña frente a otras localizaciones como la selva amazónica en Perú (Vittor et al., 2009). Por ejemplo, el denominado “crecimiento secundario” de vegetación (en la que hay mayor proporción de arbustos y herbáceas) tras la desaparición del bosque se ha relacionado con una mayor presencia de vectores anofelinos, pero dicho tipo de cubierta vegetal no siempre se desarrolla, ni se produce en los mismos tiempos en cada caso, pues depende de los propósitos y actividades que se vayan a desarrollar en el suelo deforestado.

Este nivel de concreción sobre las particularidades de la actividad agrícola a la hora de extraer conclusiones sobre la incidencia de malaria se ha buscado en otros trabajos: Chaves et al. (L. S. M. Chaves, Conn, López, & Sallum, 2018) han señalado que son las áreas de bosque parcheadas con extensiones de cultivo inferiores a 5 km<sup>2</sup> las que establecen las condiciones óptimas para el vector *Nyssorhynchus (Anopheles) darlingi*, uno de los principales mosquitos responsables de la transmisión de paludismo en el Amazonas. Precisamente en el caso de esta especie, sus larvas se han encontrado concentradas en la transición de bosque a área deforestada (Barros, Arruda, Gurgel, & Honório, 2011), apoyando así el concepto de “*frontier malaria*”<sup>2</sup>, pues las áreas parcheadas aumentan el número de zonas limítrofes en comparación a las grandes extensiones de cultivo.

Sin duda, los usos agrícolas del suelo parecen ejercer algún efecto sobre la ocurrencia de paludismo, aunque no exista un acuerdo unánime sobre en qué dirección tiene lugar tal efecto o sobre su magnitud. Se ha propuesto que parte de esta ambigü

<sup>2</sup> “Se ha acuñado el término malaria de frontera para describir aquellas variaciones temporales y espaciales en el riesgo frente a malaria que siguen a los cambios sociales, ambientales y demográficos que tienen lugar en zonas que experimentan transformaciones en el uso del suelo a gran escala” (Baeza et al., 2017)

dad puede residir en el hecho escasamente considerado de que malaria y usos agrícolas se relacionan bidireccionalmente, esto es, que la presencia de malaria en una región o área condiciona también la actividad económica que tiene lugar en la misma. A nivel macroeconómico las relaciones entre riqueza y paludismo son bien conocidas (Gallup & Sachs, 2001). Estas relaciones parecen reproducirse en el ámbito local: el incremento de la carga de paludismo se ha vinculado con una reducción de la acción deforestadora (MacDonald & Mordecai, 2019). En otros trabajos se ha hecho referencia al papel histórico de la malaria en la conformación de latifundios, que se erigen a su vez en potentes vehículos de la deforestación (L. F. Chaves, 2013). Tomar en cuenta esta bidireccionalidad complica nuestra comprensión de las dinámicas entre ambos elementos, humano y natural, que de hecho forman un conjunto inseparable. Así pues, la evidencia parece conducirnos a una concepción más localista del riesgo frente al paludismo, donde una serie de factores específicos de la zona configuran de modo único las dinámicas de las poblaciones anofelinas (Naranjo-Díaz, Hernández-Valencia, Marín, & Correa, 2020).

Otros problemas valorados a la hora de interpretar la evidencia disponible resultan del uso poco cuidadoso de los datos empleados. Es imprescindible para la correcta interpretación de los datos conocer bien el contexto en que se pretende proyectar las conclusiones: si en un campo de cultivo se

detecta un gran número de mosquitos en las horas nocturnas, cabe preguntarse si los usos y costumbres de la región son tales que el hallazgo tenga alguna relevancia epidemiológica. El papel de unas y otras especies de *Anopheles* como vectores, tiene que considerarse en función de una serie de variables propias del mosquito (la esperanza de vida de las hembras adultas, tasa de infección por *Plasmodium*, antropofilia, endo/exofilia y endo/exofagia...) en interrelación con variables referidas a la estructura y dinámicas sociales de la población humana de riesgo (Tucker Lima, Vittor, Rifai, & Valle, 2017). Esta interrelación reviste especial interés porque algunas poblaciones de mosquitos han demostrado capacidad de adaptarse a la actividad humana, como se ha observado en el caso de *An. darlingi* y sus patrones de picadura (Moreno, Rubio-Palis, Páez, Pérez, & Sánchez, 2007).

Por último, también surgen problemas interpretativos de la heterogeneidad conceptual y de clasificaciones en cuanto a usos de la tierra y deforestación. Las áreas deforestadas no son un conjunto monolítico que comparte idénticas propiedades, sino que vienen a constituir un espectro variado de situaciones. Además, los métodos de clasificación de las parcelas pueden ser excesivamente simplistas o no adherirse a criterios unitarios, o padecer las limitaciones de los sistemas de teledetección utilizados, si es el caso (Tucker Lima et al., 2017).

### Usos mineros: la fiebre del oro

La minería es una actividad con un potencial innegable para obrar un considerable impacto ecológico sobre el entorno. Su relación con el paludismo es también conocida desde hace tiempo<sup>3</sup>, labrándose, como en el caso de la agricultura, a través de alteraciones ambientales en interacción con factores socioeconómicos.

En la actualidad, buena parte de la actividad minera tiene lugar en zonas en riesgo frente a paludismo. La demanda de tierras raras y otros metales valiosos para el desarrollo tecnológico es un impulsor de la actividad minera. Sin embargo, la minería que en el presente parece concentrar la atención científica en su relación con la malaria es la del oro, un metal con amplios usos en los campos de la electrónica o la medicina, pero que se destina mayoritariamente a la fabricación de joyería: aproximadamente un 78% del oro extraído cada año. (“Top 6 Common Uses For Gold,” n.d.)

Hay trabajos que refieren esta asociación entre las minas de oro y

el paludismo localizados en Papua Nueva Guinea (Mitjà et al., 2013), Ghana (Dery et al., 2015), Mali (Wragge et al., 2015) o Costa de Marfil (Knoblauch et al., 2014). No obstante, la inmensa mayoría de estudios recientes se localizan en áreas mineras de América Latina: Perú, Brasil, Colombia y la Guayana Francesa, donde gran parte de las explotaciones son ilegales (David Villar & Schaeffer, 2019).

Por lo general, el oro se obtiene mediante minería aluvial (“placer mining”), en los lechos de los ríos, donde se pueden excavar minas a cielo abierto -lo más común- o túneles. Esta forma de explotación es más accesible para la minería ilegal, e implica, evidentemente, la alteración del curso natural del río, así como una deforestación del área circundante, que se produce en la forma de pequeños parches, aparentemente más favorables a la reproducción de vectores, como hemos visto más arriba. Así, se construyen unas condiciones ambientales aptas para la aparición de brotes palúdicos: la desviación del curso del río da lugar a estancamientos, y

---

<sup>3</sup>Uno de los trabajos pioneros que describieron la relación entre los mosquitos y la enfermedad en España proviene del departamento médico de la Río Tinto Company, en Huelva (Macdonald, 1900)

las excavaciones en el suelo deforestado dejan hoyos y fosas que más tarde son inundadas por el río o las lluvias. Además, con el tiempo, se da paso a un nuevo tipo de vegetación (crecimiento secundario) más propicia al desarrollo de los mosquitos vectores (De Santi et al., 2016).

Los aspectos sociales de la eclosión de estos brotes tienen mucho que ver con la ilegalidad en que se producen estas operaciones. En condiciones normales, los proyectos de minería pueden ofrecer oportunidades para la prevención y control de enfermedades, en cuanto las compañías son las primeras interesadas en mantener la salud (y la productividad) de los trabajadores. Sin embargo, los actuales estándares de protección ambiental se interponen en el acceso a muchos yacimientos, y quizá esto tenga que ver con el traslado de la actividad minera a países donde dichos estándares no se encuentran tan implantados (D Villar, Perez-Montes, & Schaeffer, 2017).

Así pues, nos enfrentamos a operaciones irregulares a las que acude un número considerable de población trabajadora de zonas no endémicas sin inmunidad. En estos lugares difícilmente se pueden cumplir las medidas de prevención necesarias, con un saneamiento deficitario y viviendas de poca calidad (Knoblauch et al., 2014; Terças-Trettel et al., 2019). Además, la situación irregular de muchos de estos trabajadores posiblemente dificulte su acceso a los servicios asistenciales. Asimismo, no se puede obviar el riesgo de que trabajadores

infectados asintóticamente se desplacen a otros lugares de trabajo o a sus hogares, donde, aunque no haya casos de malaria, pueden existir vectores competentes en su transmisión. En Colombia, los peores índices de pobreza pertenecen a las regiones más abundantes en explotaciones mineras, de modo que tiene lugar una concurrencia del riesgo frente a brotes de paludismo con una población particularmente vulnerable (D Villar et al., 2017). Las zonas de Antioquía, Córdoba, Bolívar, Chocó, Nariño, Cauca y Valle, en las que abundaban los proyectos de minería, fueron origen del 89.3% de los nuevos casos de malaria entre 2010 y 2013 en Colombia (Castellanos et al., 2016). En la región peruana de Madre de Dios, las instalaciones sanitarias localizadas en áreas con minería de oro intensiva informaron de hasta 30 veces más casos de paludismo, con respecto a aquellas áreas sin explotaciones mineras (Sanchez et al., 2017).

Otra preocupación con respecto a la salud de los trabajadores de estas minas reside en la exposición a tóxicos como el mercurio, utilizados para extraer el oro de la mena. El mercurio se amalgama con el oro, que posteriormente es obtenido de la evaporación del primero. Este método es el preferido en las explotaciones a pequeña escala por la facilidad en su uso, accesibilidad y precio. Entre otros efectos tóxicos sobre el organismo, el mercurio puede causar disfunción en el sistema inmune. Aunque no se conoce bien la carga de enfer-

medad resultante de la exposición a mercurio, dada la escasez de datos de las pequeñas explotaciones ilegales de oro (que resultan, por cierto, las principales responsables de emisiones de mercurio al entorno) (Steckling et al., 2017), existen trabajos que han considerado el papel que podría jugar la intoxicación por este metal en la inmunidad frente al paludismo (Silbergeld et al., 2002; Silva et al., 2004). Si bien no parecen haberse realizado estudios que profundicen en esta potencial conexión, resultaría plausible considerarlo como un factor más de vulnerabilidad frente a paludismo en estas regiones.

### Conclusiones

La mayor parte de la evidencia actual sobre usos del suelo y paludismo se encuentra concentrada en torno a la cuenca del Amazonas, donde se manifiestan con particular intensidad las presiones demográficas, políticas y socioeconómicas que azuzan la explotación de los suelos ocupados por bosques. En el caso de los aprovechamientos agrícolas, el conjunto de trabajos publicados al respecto posee cierta heterogeneidad, tanto en métodos como en conclusiones, pero parece dirigirse hacia una comprensión profunda

de la ecología local como medio ineludible para tomar acciones efectivas sobre el terreno. El cuerpo de evidencia correspondiente a la minería parece inclinarse más unánimemente por una relación causal positiva entre este uso del suelo y la incidencia del paludismo, si bien estas consideraciones se producen dentro de un marco actual que separa la minería regularizada –con más garantías laborales en cuanto a salubridad y control de la infección– de la actividad extractiva informal, que parece concentrar buena parte del riesgo. Así pues, entrado el siglo XXI, la comprensión de los fenómenos epidémicos de paludismo asociados al uso del suelo pasa por una consideración pormenorizada de la circunstancia local y de los recursos sanitarios involucrados, cuya distribución no es homogénea y responde a otros desafíos de salud pública como la pobreza, la precariedad laboral o la marginación.

### BIBLIOGRAFÍA

- Baeza, A., Santos-Vega, M., Dobson, A. P., & Pascual, M. (2017). The rise and fall of malaria under land-use change in frontier regions. *Nature Ecology & Evolution*, 1(5), 108. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0108>
- Barros, F. S. M., Arruda, M. E., Gurgel, H. C., & Honório, N. A. (2011). Spatial clustering and longitudinal variation of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) larvae in a river of the Amazon: The importance of the forest fringe and of obstructions to flow in frontier malaria. *Bulletin of Entomological Research*, 101(6), 643–658. <https://doi.org/10.1017/S0007485311000265>
- Basurko, C., Demattei, C., Han-Sze, R., Grenier, C., Joubert, M., Nacher, M., & Carne, B. (2013). Deforestation, agriculture and farm jobs: A good recipe for *Plasmodium vivax* in French Guiana. *Malaria Journal*, 12(1), 90. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-90>
- Bhattarai, S., Kollivas, K. N., Ghimire, K., & Shao, Y. (2020). Understanding the relationship between land use and land cover and malaria in Nepal. *Geospatial Health*, 15(2). <https://doi.org/10.4081/gh.2020.855>



- Castellanos, A., Chaparro-Narváez, P., Morales-Plaza, C. D., Alzate, A., Padilla, J., Arévalo, M., & Herrera, S. (2016). Malaria in gold-mining areas in Colombia. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 111(1), 59–66. <https://doi.org/10.1590/0074-02760150382>
- Chaves, L. F. (2013). The dynamics of latifundia formation. *PLoS ONE*, 8(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082863>
- Chaves, L. S. M., Conn, J. E., López, R. V. M., & Sallum, M. A. M. (2018). Abundance of impacted forest patches less than 5 km<sup>2</sup> is a key driver of the incidence of malaria in Amazonian Brazil. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25344-5>
- De Santi, V. P., Girod, R., Mura, M., Dia, A., Briolant, S., Djossou, F., ... Pagès, F. (2016). Epidemiological and entomological studies of a malaria outbreak among French armed forces deployed at illegal gold mining sites reveal new aspects of the disease's transmission in French Guiana. *Malaria Journal*, 15(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1088-x>
- Dery, D. B., Asante, K. P., Zandoh, C., Febir, L. G., Brown, C., Adjei, G., ... Owusu-Agyei, S. (2015). Baseline malaria vector transmission dynamics in communities in Ahafo mining area in Ghana. *Malaria Journal*, 14(1), 142. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0667-6>
- Franco, V. I. (1797). Contextación a las observaciones sobre la necesidad de la cria de arroz en las riberas del Xuacar, Reyno de Valencia e influencia de su cultivo en la salud pública, que publicó el abate D. Josef Antonio Cavanilles. Valencia: Tomás de Orca.
- Gallup, J. L., & Sachs, J. D. (2001). The economic burden of malaria. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 64(1-2 SUPPL.), 85–96. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2001.64.85>
- Hernández-Valencia, J. C., Rincón, D. S., Marín, A., Naranjo-Díaz, N., & Correa, M. M. (2020). Effect of land cover and landscape fragmentation on anopheline mosquito abundance and diversity in an important Colombian malaria endemic region. *PLoS One*, 15(10), e0240207. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240207>
- Janko, M. M., Irish, S. R., Reich, B. J., Peterson, M., Doctor, S. M., Mwandagilirwa, M. K., ... Emch, M. E. (2018). The links between agriculture, Anopheles mosquitoes, and malaria risk in children younger than 5 years in the Democratic Republic of the Congo: a population-based, cross-sectional, spatial study. *The Lancet. Planetary Health*, 2(2), e74–e82. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30009-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30009-3)
- Knoblauch, A. M., Winkler, M. S., Archer, C., Divall, M. J., Owuor, M., Yapo, R. M., ... Utzinger, J. (2014). The epidemiology of malaria and anaemia in the Bonnikr mining area, central Côte d'Ivoire. *Malaria Journal*, 13(1), 194. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-194>
- Kweka, E. J., Kimaro, E. E., & Munga, S. (2016). Effect of Deforestation and Land Use Changes on Mosquito Productivity and Development in Western Kenya Highlands: Implication for Malaria Risk. *Frontiers in Public Health*, 4, 238. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00238>
- López-Vélez, R., & Molina Moreno, R. (2005). Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Pública*, 79(2), 177–190.
- MacDonald, A. J., & Mordecai, E. A. (2019). Amazon deforestation drives malaria transmission, and malaria burden reduces forest clearing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(44), 22212–22218. <https://doi.org/10.1073/pnas.1905315116>
- Macdonald, I. (1900). Investigaciones modernas sobre el paludismo. *El Siglo Médico*, 47(2430), 449–450.
- Matthys, B., N'Goran, E. K., Koné, M., Koudou, B. G., Vounatsou, P., Cissé, G., ... Utzinger, J. (2006). Urban agricultural land use and characterization of mosquito larval habitats in a medium-sized town of Côte d'Ivoire. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 31(2), 319–333. [https://doi.org/10.3376/1081-1710\(2006\)31\[319:ualuac\]2.0.co;2](https://doi.org/10.3376/1081-1710(2006)31[319:ualuac]2.0.co;2)
- Mitjà, O., Paru, R., Selve, B., Betuela, I., Siba, P., De Lazzari, E., & Bassat, Q. (2013). Malaria epidemiology in Lihir Island, Papua New Guinea. *Malaria Journal*, 12(1), 98. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-98>
- Moreno, J. E., Rubio-Palis, Y., Páez, E., Pérez, E., & Sánchez, V. (2007). Abundance, biting behaviour and parous rate of anopheline mosquito species in relation to malaria incidence in gold-mining areas of southern Venezuela. *Medical and Veterinary Entomology*, 21(4), 339–349. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2007.00704.x>
- Naranjo-Díaz, N., Hernández-Valencia, J. C., Marín, A., & Correa, M. M. (2020). Relationship between land cover and Anophelinae species abundance, composition and diversity in NW Colombia. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, 78, 104114. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104114>
- Patz, J. A., Olson, S. H., Uejio, C. K., & Gibbs, H. K. (2008). Disease emergence from global climate and land use change. *The Medical Clinics of North America*, 92(6), 1473–1491, xii. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2008.07.007>
- Robert, V., Van Den Broek, A., Stevens, P., Sloomweg, R., Petrarca, V., Coluzzi, M., ... Carnevale, P. (1992). Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Benoue valley of northern Cameroon. In *Acta Tropica* (Vol. 52).
- Sanchez, J. F., Camero, A. M., Rivera, E., Rosales, L. A., Christian Baldeviano, G., Ascencios, J. L., ... Lescano, A. G. (2017). Unstable Malaria transmission in the southern peruvian amazon and its association with gold mining, madre de dios, 2001-2012. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(2), 304–311. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0030>
- Silbergeld, E. K., Nash, D., Trevant, C., Strickland, G. T., De Souza, J. M., & Da Silva, R. S. U. (2002). Mercury exposure and malaria prevalence among gold miners in Pará, Brazil. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 35(5), 421–429. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822002000500001>
- Silva, I. A., Nylund, J. F., Gorman, A., Perisse, A., Ventura, A. M., Santos, E. C. O., ... Silbergeld, E. K. (2004). Mercury exposure, malaria, and serum antinuclear/antinucleolar antibodies in amazon populations in Brazil: A cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 3, 11. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-3-11>
- Srivastava, A. K., Kharbuli, B., Shira, D. S., & Sood, A. (2013). Effect of land use and land cover modification on distribution of anopheline larval habitats in Meghalaya, India. *Journal of Vector Borne Diseases*, 50(2), 121–126.
- Steckling, N., Tobollik, M., Plass, D., Hornberg, C., Ericson, B., Fuller, R., & Bose-O'Reilly, S. (2017). Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining. *Annals of Global Health*, 83(2), 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.12.005>
- Stoops, C. A., Gionar, Y. R., Shinta, Sismadi, P., Rachmat, A., Elyazar, I. F., & Sukowati, S. (2008). Remotely-sensed land use patterns and the presence of Anopheles larvae (Diptera: Culicidae) in Sukabumi, West Java, Indonesia. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 33(1), 30–39. [https://doi.org/10.3376/1081-1710\(2008\)33\[30:lupa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.3376/1081-1710(2008)33[30:lupa]2.0.co;2)
- Terças-Trettel, A. C. P., Oliveira, E. C. De, Fontes, C. J. F., Melo, A. V. G. De, Oliveira, R. C. De, Guterres, A., ... Lemos, E. R. S. De. (2019). Malaria and hantavirus pulmonary syndrome in gold mining in the amazon region, Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph16101852>
- Top 6 Common Uses For Gold. (n.d.). Retrieved March 30, 2021, from <https://www.sbcgold.com/blog/top-6-common-uses-for-gold/>
- Tucker Lima, J. M., Vittor, A., Rifai, S., & Valle, D. (2017). Does deforestation promote or inhibit malaria transmission in the Amazon? A systematic literature review and critical appraisal of current evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 372(1722). <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0125>
- Valle, D., & Clark, J. (2013). Conservation Efforts May Increase Malaria Burden in the Brazilian Amazon. *PLoS ONE*, 8(3), e57519. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057519>
- Villar, D., Perez-Montes, J., & Schaeffer, D. (2017). Mining as the "Locomotive" of the Colombian Economy: It's Real Cost. *Journal of Pollution Effects & Control*, 5(3). <https://doi.org/10.4176/2375-4397.1000194>
- Villar, David, & Schaeffer, D. J. (2019). Disarmament is the New War. Gold is the New Opium, and Ecohealth is the Historic Victim. *Environmental Health Insights*, 13. <https://doi.org/10.1177/1178630219862241>
- Vittor, A. Y., Pan, W., Gilman, R. H., Tielsch, J., Glass, G., Shields, T., ... Patz, J. A. (2009). Linking deforestation to malaria in the Amazon: Characterization of the breeding habitat of the principal malaria vector, Anopheles darlingi. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 81(1), 5–12.
- Wragge, S.-E., Toure, D., Coetzee, M., Gilbert, A., Christian, R., Segoea, G., ... Coetzee, M. (2015). Malaria control at a gold mine in Sadiola District, Mali, and impact on transmission over 10 years. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 109(12), 755–762. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trv089>
- Zohdy, S., Derfus, K., Headrick, E. G., Andrianjafy, M. T., Wright, P. C., & Gillespie, T. R. (2016). Small-scale land-use variability affects Anopheles spp. distribution and concomitant Plasmodium infection in humans and mosquito vectors in southeastern Madagascar. *Malaria Journal*, 15, 114. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1164-2>



**INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA DE LA DEFENSA**  
**"CAPITÁN MÉDICO RAMÓN Y CAJAL"**



Dirección: Glorieta del Ejército, I

28047 Madrid

Teléfono: 91 422 24 28

91 422 23 49

Fax: 91 422 2718

Correo electrónico: [impdef@mde.es](mailto:impdef@mde.es)