

Enfermedades transmitidas por vectores desde la óptica del concepto de “una salud”

Vector-borne diseases from the perspective of the “One Health” approach

Andrés Bisset Marquetti¹ <https://orcid.org/0000-0003-3470-245X>

María del Carmen Marquetti Fernández^{2*} <http://orcid.org/0000-0002-0633-439x>

Juan Andrés Bisset Lazcano² <http://orcid.org/0000-0002-3447-4947>

¹Hospital Docente “Enrique Cabrera”. La Habana, Cuba.

²Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”. La Habana, Cuba.

* Autor para la correspondencia: marquetti@ipk.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El aumento de la población, la demanda de recursos, la movilidad de personas y animales, el cambio climático y el deterioro de los hábitats, así como la pérdida de biodiversidad, son factores que deben tenerse en cuenta a la hora de avanzar hacia una nueva percepción de la salud. El concepto de “una salud” implica la interrelación entre la salud humana, la salud animal y la salud ambiental (el cuidado de los ecosistemas).

Objetivo: Examinar la interrelación entre el concepto de “una salud” con las enfermedades transmitidas por vectores.

Métodos: Revisión de artículos originales y de revisión publicados en inglés y en español sobre el tema desde el año 1980 hasta 2021.

Análisis y síntesis de la información: Se describen aspectos sobre los ecosistemas y las acciones humanas que los dañan, entre ellas, el cambio climático y la aparición de zoonosis emergentes. Se analizan evidencias de los impactos del cambio climático en la salud humana y ambiental con



énfasis en las enfermedades transmitidas por vectores, fundamentalmente, la malaria y las arbovirosis, así como, enfermedades transmitidas por roedores.

Conclusiones: Es imprescindible abordar de forma integral y multidisciplinaria la vigilancia y el control de las enfermedades transmitidas por vectores, reforzar la coordinación territorial con prioridad en la intersectorialidad entre las instituciones implicadas en estas actividades. Esta estrategia tiene presente e implica el concepto de “una salud”. Es importante, además, incrementar estudios en la relación clima-vector, cuyos resultados permitan implementar intervenciones preventivas en poblaciones en riesgo.

Palabras clave: ecosistema; cambio climático; enfermedades transmitidas por vectores.

ABSTRACT

Introduction: Population growth, demand for resources, mobility of people and animals, climate change, deterioration of habitats, and loss of biodiversity are factors that must be considered when moving towards a new perception of health. The "One Health" approach implies the interrelationship between the health of people, animals, and the environment (care of ecosystems).

Objective: To examine the interconnection between the “One Health” approach and vector-borne diseases.

Methods: A literature review of original and review articles published in English and Spanish on the subject from 1980 to 2021.

Analysis and synthesis of information: It describes elements regarding ecosystems and how human activities, climate change, and the spread of emerging zoonoses threaten them. It analyzes evidence of the impacts of climate change on human and environmental health with an emphasis on vector-borne diseases, mainly malaria and arbovirosis, as well as rodent-borne diseases.

Conclusions: It is essential to address the surveillance and control of vector-borne diseases in a comprehensive and multi-disciplinary manner and to strengthen territorial coordination by prioritizing the intersectionality among the institutions involved in these activities. This strategy takes into account and implies the "One Health" approach. It is also important to increase studies on the relationship between climate and vectors, which will allow implementing preventive interventions in populations at risk.

Keywords: ecosystem; climate change; vector-borne disease.

Recibido: 12/06/2022

Aceptado: 31/10/2022

Introducción

“Una salud” es un concepto que se da a conocer a principios del año 2000 para abordar los riesgos para la salud humana acentuado por la globalización y el llamado cambio climático en esos momentos. A partir de 2010, el significado de este término se concreta con la participación de tres organizaciones internacionales: la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Entre el 2000 y el 2010, se hace especial énfasis en el control de las zoonosis (enfermedades transmisibles de los animales a los seres humanos, como la rabia), en la resistencia a los antibióticos y en la seguridad alimentaria.

A finales de 2021, la FAO, la OIE, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la OMS definen el nuevo enfoque de “una salud”, concepto en el que se interrelaciona la salud humana, la salud animal y la salud ambiental (el cuidado de los ecosistemas), lo cual aumenta el reconocimiento de que debemos comprender mejor las relaciones entre la salud y la integridad del ecosistema para mejorar las perspectivas de un planeta más saludable.⁽¹⁾

El cambio climático cabe en el concepto de “una salud” por su contribución a cambios en la prevalencia y aparición de nuevas enfermedades infecciosas, muchas de ellas zoonóticas y transmitidas por insectos hematófagos,^(2,3) puede además, alterar los patrones espaciales y temporales del reservorio y de la transmisión de enfermedades, emerger , por tanto, nuevas enfermedades y reemerger otras.^(4,5,6,7,8)

Afecciones como la malaria, el dengue, la chikungunya, el síndrome cardiopulmonar por Hanta virus, cólera, fiebre tifoidea, criptosporidiosis, filariosis y leptospirosis, presentan un aumento considerables de casos desde el año 2010.⁽⁸⁾

La salud humana y la salud animal están relacionadas entre sí y con el ecosistema en el cual coexisten. Y este es un hecho común que se demuestra con la pandemia de la COVID-19, enfermedad causada por el coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave de tipo 2 (SARS-CoV-2), que se detectó por primera vez durante un brote de enfermedad respiratoria en Asia oriental. Este brote se informó a la OMS el 31 de diciembre de 2019.⁽⁹⁾

Con la definición de “una salud” se insta a sectores, disciplinas y comunidades de la sociedad a trabajar juntos para fomentar el bienestar y hacer frente a las situaciones que pueden ser amenazas para la salud humana y animal y para mantener una salud ambiental satisfactoria por medio del cuidado de los ecosistemas, de esta manera se combate el efecto del cambio climático y se contribuye al desarrollo sostenible.⁽¹⁰⁾ El objetivo de esta revisión fue examinar la interrelación entre el concepto de “una salud” con las enfermedades transmitidas por vectores.

Métodos

Se realizó una búsqueda manual de artículos publicados en inglés y en español entre los años 1980 y 2021 en las bases de datos Pubmed, Science Direct, SciELO, Sistema de Información Científica Redalyc, Portal Regional da BVS, Elsevier con palabras clave relacionadas con el tema.

Análisis y síntesis de la información

Ecosistema y salud

La palabra “ecosistema” se utilizó por primera vez para comprender y describir las complejas interacciones entre factores bióticos y abióticos.⁽¹¹⁾ Desde entonces se describen varias definiciones y evolución del concepto.^(12,13,14)

Un ecosistema consiste en un conjunto de organismos vivos en un ambiente abiótico, que se comportan como un sistema debido a que existen relaciones dinámicas específicas entre estos componentes.⁽¹⁵⁾ Un cambio en un eslabón del sistema puede tener consecuencias en otro completamente diferente y aparentemente lejano. Esta alteración origina casi siempre una ruptura del equilibrio ecológico que es más evidente cuando conlleva a una pérdida de la biodiversidad. A

mayor número de especies (es decir, mayor biodiversidad), el ecosistema suele presentar una mayor capacidad de recuperación ante cualquier cambio.⁽¹⁶⁾

En la actualidad, la actividad humana es uno de los factores fundamentales que está poniendo en peligro la supervivencia de los ecosistemas. Los grandes vertimientos industriales, la contaminación o el uso excesivo de materiales no biodegradables como el plástico, influyen a través de los años en la capacidad de estos ecosistemas de regenerarse.⁽¹⁷⁾ Es importante conocer que la salud de los ecosistemas no se limita solamente a la mitigación de las sustancias tóxicas en el medio ambiente, sino que también incluye la salud de las plantas, la biodiversidad, la sostenibilidad y la capacidad de recuperación.⁽¹⁸⁾

Otras actividades humanas influyen en los ecosistemas, entre ellas, la deforestación, los incendios provocados con fines de utilización de la tierra para otros propósitos, las prácticas agrícolas intensivas, la urbanización en nuevas áreas. Todas estas actividades se relacionan con en el surgimiento de enfermedades emergentes y reemergentes que pudieran desencadenar una epidemia o pandemia.⁽¹⁹⁾

La población humana mundial aumenta de unos 1600 millones de personas en el año 1900 a más de 7800 millones en la última década del siglo XXI. La población de los animales domésticos que proporcionan alimentos a las personas, las plagas o animales peridomésticos (como las ratas) que prosperan en los nuevos entornos creados por humanos, aumenta de forma paralela. En general, este drástico crecimiento de las poblaciones humanas, de ganado y de plagas reduce el tamaño de las poblaciones de especies silvestres, y al mismo tiempo, aumenta, paradójicamente, los contactos entre las personas, el ganado y las especies silvestres.

Estos cambios revisten consecuencias para la salud de los ecosistemas, los animales y los seres humanos por igual. Una de ellas es el aumento de las zoonosis emergentes. Muchas de estas enfermedades aparecen en entornos de ingresos altos, aunque existe una tendencia creciente a que surjan en países de ingresos bajos y medianos.^(20,21)

Cambio climático y salud

La salud de las personas, desde siempre, se vincula con la de los animales y del medio ambiente y a medida del paso del tiempo este vínculo se estrecha cada día más debido al avance científico y tecnológico que conllevan a la transformación de la sociedad, esta afirmación se hace evidente en

un aumento de la movilidad humana debido al incremento de intereses comerciales, culturales, científicos; un aumento en la utilización de los recursos naturales, consumismo y generación de recursos. Esto conlleva a un impacto negativo en el planeta como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los sistemas naturales.⁽²²⁾

El cambio climático es un problema global con impacto potencial sobre la salud animal y humana. En 2013, en su quinto informe de evaluación, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) estimó el incremento de la temperatura global en al menos 0,85 °C respecto a los niveles preindustriales y proyectó un aumento entre 0,9 y 5,8 °C para el año 2100, según el escenario climático.⁽²²⁾

Cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores

Las enfermedades vectoriales tienen un gran impacto en la salud pública global y suponen una carga económica significativa en los países afectados. Según la OMS las enfermedades vectoriales representan aproximadamente 17 % de todas las enfermedades infecciosas y cada año provocan unas setecientas mil muertes.⁽²³⁾

El cambio climático significa una modificación en la prevalencia y aparición de nuevas enfermedades infecciosas. Se demuestra que cambios en factores relacionados con el clima como la temperatura, la humedad y las precipitaciones influyen sobre las poblaciones de animales silvestres y domésticos que constituyen el reservorio y vectores de varias enfermedades.⁽⁸⁾

Las inundaciones y las lluvias torrenciales pueden aumentar la incidencia de la fiebre del valle del Rift que afecta a las ovejas y producir situaciones de inseguridad alimentaria. La aparición del brote de esta enfermedad que tuvo lugar en el este de África en 1997, en la que se vieron involucrados cinco países y afectó a 90 000 personas, se relacionó con el fenómeno meteorológico llamado “El Niño”. Miles de personas se vieron obligadas a abandonar sus hogares para asentarse cerca de las zonas ganaderas. Este hecho junto al aumento de los mosquitos como consecuencia de las lluvias provocó el mayor brote documentado del virus causante de la fiebre del valle del Rift.⁽²⁴⁾

Las previsiones climáticas para el decenio 2050 señalan que en el África oriental la temperatura media estará entre 25-30 °C y se producirá un incremento de las precipitaciones. Estas condiciones serán mucho más favorables para el desarrollo de vectores de la malaria. Este cambio conlleva a

un desarrollo del parásito en menor tiempo, mayor estabilidad de las poblaciones adultas y un aumento en la frecuencia de las picaduras, lo que puede producir, por ejemplo, un aumento en la prevalencia de la malaria.⁽²⁵⁾

También las actividades humanas favorecen aumentos en diversas enfermedades transmitidas por vectores o agua.⁽²⁶⁾ Las represas y regadíos favorecen la esquistosomiasis, malaria, helmintiasis y oncocercosis, la intensificación de la agricultura, la malaria y fiebres hemorrágicas, la urbanización y hacinamiento, cólera, leishmaniasis y dengue, mientras que la deforestación favorece las enfermedades transmitidas por garrapatas como la enfermedad de Lyme y otras rickettsiosis.⁽²⁷⁾

En la década de 2010 al 2020 varios arbovirus emergen o reemergen en el Nuevo Mundo. Los virus zika y chikungunya, anteriormente restringidos a África, invadieron el continente americano, conjuntamente con aumentos de casos de dengue en casi todos los países.⁽²⁸⁾ El virus del Nilo occidental también invadió rápidamente América del Norte, registrándose casos también en América Central y del Sur. Otros arbovirus, como mayaro y el virus de la encefalitis equina del Este aumentan su actividad y se encuentran en nuevas áreas.⁽²⁹⁾ Además, se documentan cambios en la patogenicidad de algunos virus que conducen a enfermedades inesperadas. Los cambios climáticos y de la vegetación, aumento de los viajes, y urbanizaciones no planificadas, generan condiciones adecuadas para la proliferación de *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y otros mosquitos vectores, así como contribuyen fuertemente con los cambios en la distribución y la incidencia de varios arbovirus.⁽²⁹⁾

La variabilidad climática, asociadas al Niño y el clima local, se relaciona con epidemias interanuales de dengue,⁽³⁰⁾ aunque parecería que la relación es compleja, no lineal y quizás no estacionaria.^(29,30) En el Caribe se encuentran efectos significativos de la temperatura en las epidemias de dengue, particularmente un año después del inicio de un evento de este tipo.⁽³¹⁾

Se conoce que el factor individual más importante que determina la endemidad del dengue es el hábito de las personas de agregar agua a los recipientes, que puede ser utilizada para beber, cocinar o bañarse (almacenamiento de agua) y para otros fines, como ornamentación (fuentes), riego de plantas y otros. La producción de *Aedes aegypti* en esos contenedores puede desencadenar brotes de dengue durante la estación seca.⁽³²⁾ Existe evidencia que muestra que el ciclo intra anual de transmisión del dengue es impulsado por el clima y los mosquitos,^(33,34,35) sin embargo, parece existir una variabilidad espacial en la dinámica temporal del *Aedes aegypti*, por ejemplo, en

Tailandia el cambio temporal en estadios adultos e inmaduros del vector, no logró demostrar asociación entre el clima, los mosquitos y la incidencia del dengue,⁽³⁶⁾ fenómeno que se explicó por la prevalencia de recipientes que las personas llenaban manualmente con agua, como tinajas para almacenar agua y trampas para hormigas.

Otros autores relacionan la elevación de la incidencia del dengue con el aumento en las tasas de picaduras inducidos por la temperatura, a la reducción de los ciclos gonotróficos de los mosquitos y a los períodos de incubación extrínseca del virus que aumentan significativamente la capacidad vectorial.^(37,38) Un metaanálisis demuestra que el periodo de incubación extrínseco dura entre 5 y 33 días a una temperatura de 25 °C y de 2 a 15 días posinfección a una temperatura de 30 °C, con un rango entre 6,5 a 15 días.⁽³⁹⁾

Otros estudios plantean que es evidente la influencia de la temperatura sobre la duración de vida de los mosquitos adultos, temperaturas mayores a 31 °C aceleran su envejecimiento y, por lo tanto, su mortalidad, lo que acarrea un menor tiempo infeccioso, mientras que temperaturas menores de 21 °C propician el desarrollo y tiempo de vida del mosquito e incrementan la oportunidad de infectar por mucho más tiempo.^(40,41)

Observaciones contrastantes sobre la dinámica de *Aedes aegypti* se registran en Puerto Rico, en el que se documentan correlaciones positivas entre las precipitaciones, las poblaciones de mosquitos inmaduros (índice de Breteau) y el dengue.⁽⁴²⁾ Los autores explicaron que la mayoría de los hábitats de larvas de *Aedes aegypti* ocurren al aire libre y se llenan en parte por la lluvia, un resultado que concuerda con encuestas realizadas más tarde en ese mismo país.⁽⁴³⁾ Por el contrario, no se encontró ninguna asociación significativa entre la lluvia o la temperatura y las hembras adultas de *Aedes aegypti* en el área más húmeda del norte de la ciudad de San Juan.⁽⁴⁴⁾

En Cuba, las epidemias de dengue ocurridas en 1977 y 1981 fueron durante la época de lluvias, sin embargo, los brotes de 1997, 2001-2002 y durante el 2005, los casos de dengue aparecieron durante los meses de seca, lo que indica la presencia de transmisión independientemente de los sitios de cría y del número de depósitos positivos, así como que la emergencia de adultos coincida con aumentos de las lluvias y de temperatura. La transmisión no depende exclusivamente de estos aspectos, sino de una combinación lluvia-temperatura-ambiente y acción del hombre.⁽⁴⁴⁾

Esta afirmación se asegura porque se conoce que en Cuba uno de los depósitos de mayor productividad de *Aedes aegypti* lo constituyen los tanques que se utilizan para almacenar agua, por

lo que el factor disponibilidad siempre está presente pues depende de su llenado por parte del hombre, aspecto que hace que se amortigüen las variaciones de densidades del mosquito dependientes de la combinación temperatura-precipitaciones.⁽⁴⁵⁾

La naturaleza del vínculo entre el clima y la población de larvas de *Aedes aegypti* debería investigarse detalladamente y en diferentes condiciones climáticas antes de utilizarse en modelos para predecir epidemias de dengue.⁽⁴⁶⁾ Estudios realizados en Cuba refieren que el clima siempre está fluctuando de forma natural, por lo que muchos indicadores de salud manifiestan oscilaciones que responden a las variaciones estacionales e interanuales.⁽⁴⁷⁾

Si bien los factores temperatura y precipitaciones ejercen influencia en la distribución y abundancia de los vectores de arbovirosis, hay que destacar además su importancia sobre la capacidad vectorial de estos insectos. Se demuestra que aumentos de temperatura acorta el ciclo de vida del mosquito y genera adultos más pequeños lo que implica tomar sangre con más frecuencia y un aumento en el contacto vector-hombre y en la tasa de inoculación.

El período extrínseco a 30 °C es de 12 días y entre 32-35 °C se reduce a 7 días. A 30 °C un humano debe infectar a 6 mosquitos para que se produzca un caso secundario mientras que entre 32-35 °C tan solo se necesitan dos mosquitos (se multiplica $\times 3$ veces la capacidad vectorial del mosquito).⁽⁴⁸⁾

Por otra parte, cuando la variación diaria de temperatura alrededor de la media es grande, disminuye la probabilidad de infección del intestino medio; es decir, disminuye la competencia vectorial, aunque la duración del periodo de incubación extrínseco permanece igual.^(48,49) Se conoce además que cuando la media de la temperatura es baja (alrededor de 20 °C) tiene un efecto positivo en la infección y posterior transmisión.⁽⁴⁸⁾

La temperatura es una variable que influye sobre el mosquito transmisor del dengue y otras arbovirosis, desde su desarrollo hasta la relación con el virus, lo que hace que sea la variable climática más importante que moldea la transmisión en una región, sin desestimar la importancia de otras variables.⁽⁵⁰⁾

Para lograr mitigar los efectos del virus del dengue se recomienda realizar más estudios acerca de la relación clima-vector, de forma que se puedan llevar a cabo predicciones que permitan implementar intervenciones preventivas en poblaciones en riesgo a partir de conocer que de la

capacidad de transmisión de *Aedes aegypti* desde el 1950 hasta el 2017 aumentó 9,1 % mientras que *Aedes albopictus* otro vector de arbovirosis, lo hizo en 11.1%.⁽⁵¹⁾

Otra enfermedad transmitida por vectores y de alto impacto en la salud humana lo constituye la malaria o paludismo principalmente en África subsahariana. Durante las próximas décadas es probable que se extienda desde el oeste al centro y este de África. Solo en África se espera que, en 2050, 45 mil y cinco y 65 mil millones de personas se encuentren en riesgo de contagio en este continente como consecuencia del cambio climático.⁽⁵²⁾

Se estima que se registraron 241 millones de casos de malaria en el mundo durante el 2020, en comparación con 227 millones de casos en 2019, un aumento de aproximadamente 14 millones de casos. El 95 % de todos los casos se registraron en África. Este número reportado en el 2020 es esencialmente el mismo que el notificado en el año 2000, sin embargo, durante este período de veinte años, la población en riesgo de malaria en África subsahariana casi se duplicó por lo que la incidencia de casos de malaria, que refleja el crecimiento de la población, mantuvo una tendencia a la baja durante los últimos veinte años de 81,1 casos por mil habitantes en riesgo en 2000 a 56,3 en 2019 y 59 en 2020.⁽⁵³⁾

En la actualidad, la malaria está confinada fundamentalmente a regiones tropicales y subtropicales. Su sensibilidad al clima se refleja en las áreas limítrofes de desiertos y mesetas, en las que un aumento de las temperaturas o las precipitaciones asociado a “El Niño” o “La Niña” puede incrementar la transmisión de la enfermedad. En las zonas de malaria inestable de los países en desarrollo, las poblaciones carecen de inmunidad protectora y son propensas a las epidemias cuando las condiciones meteorológicas favorecen la transmisión. Por otra parte, se conoce que la capacidad de transmisión en los mosquitos *Anopheles* vectores de la malaria aumentó en 27,6 % entre 1950 y 2017.⁽⁵¹⁾

Entre otras enfermedades se encuentran las transmitidas por roedores, como la leptospirosis y las virosis hemorrágicas. Por lo general se plantea que los roedores poseen una gran capacidad de adaptación a las perturbaciones del hábitat.

Un metaanálisis de 58 estudios de caso de ocho países sugiere que el cambio en el uso de la tierra resulta más beneficioso para las especies de roedores que hospedan patógenos zoonóticos. Se observó que los roedores reservorio son más abundantes en los hábitats modificados, y los roedores que no pueden constituir un reservorio son más abundantes en los hábitats naturales.⁽⁵⁴⁾ Los

experimentos realizados en un sistema de sabana muestran que la abundancia de roedores aumentó cuando desaparecieron los animales silvestres grandes, tanto sus depredadores como sus competidores, lo que incrementó el riesgo de enfermedades transmitidas por roedores.

Otras enfermedades relacionadas con roedores y garrapatas que han demostrado ser sensibles a la variabilidad climática son la enfermedad de Lyme, las encefalitis transmitidas por garrapatas y el síndrome pulmonar por hantavirus.⁽⁵⁴⁾

Es imprescindible abordar de forma integral y multidisciplinaria la vigilancia y el control de las enfermedades transmitidas por vectores, reforzar la coordinación territorial, priorizar la intersectorialidad entre las instituciones implicadas, estrategia basada en el enfoque de “una salud”, además de incrementar estudios en relación clima-vector, de forma que se obtengan resultados que permitan implementar intervenciones preventivas en poblaciones en riesgo. Se hace necesario, además, enfrentar las amenazas a la salud humana y animal y ayudar a mantener una salud ambiental por medio del cuidado de los ecosistemas, de esta manera se combate el efecto del cambio climático y se contribuye a la prevención de enfermedades emergentes y reemergentes transmitidas por vectores.

Hasta el momento no son suficientes los estudios a escala global que monitoreen poblaciones de vectores en series temporales lo suficientemente amplias como para poder observar variaciones demográficas asociadas a cambios climáticos, sin embargo, los existentes unido a la influencia de las actividades humanas sobre el ecosistema básicamente sobre los hábitats de los vectores y sobre sus hospedadores, condicionan en gran medida las evidencias existentes del cambio climático sobre los vectores.

Referencias bibliográficas

1. Gibbs EP. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future Vet Rec. 2014 [acceso 04/04/2022];174(4):85-91. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24464377/>

2. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, *et al.* Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. 2008 [acceso 24/04/2022]; 451(7181):990-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18288193/>
3. Genchi C, Rinaldi L, Mortarino M, Genchi M, Cringoli G. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol*. 2009 [acceso 24/04/2022];163(4):286-92. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16647975/>
4. Rogers DJ, Randolph SE. Climate change and vector-borne diseases. *Adv Parasitol*. 2016 [acceso 25/04/2022];62:345-81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16647975/>
5. Gubler DJ. Vector-borne diseases. *Rev Sci Tech*. 2009 [acceso 02/05/2022];28(2):583-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20128467/>
6. Figueroa D, Scott S, Hamilton-West C, González CR, Canals M. Mosquitoes: Diseases vectors in context of climate change. *Parasitol Latinoam*. 2015 [acceso 24/05/2022];64(2):30-40. Disponible en: <https://sociedadchilenaparasitologia.cl/revista-parasitologia-latinoamericana/>
7. Canals M, Cattán PE. Zoonosis emergentes transmitidas por vectores artrópodos en un mundo marcado por el cambio global. *Parasitol Latinoam*. 2016 [acceso 24/05/2022];65(1):42-53. Disponible en: <http://mauriciocanals.cl/index.php/seccion-publicaciones/publicaciones/111-zoonosis-emergentes-transmitidas-por-vectores-artropodos-en-un-mundo-marcado-por-el-cambio-global>
8. Canals M. Cambio climático y enfermedades emergentes en humanos. En: Bozinovic F, Cavieres LA, editores. *La vulnerabilidad de los organismos al cambio climático: Rol de la fisiología y la adaptación*. Chile: CAPES-UC. 2019 [acceso 24/05/2022]:37-55 Disponible en: <http://docplayer.es/221308069-La-vulnerabilidad-de-los-organismos-al-cambio-climatico-rol-de-la-fisiologia-y-la-adaptacion.html>
9. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Situation Report-128. Geneva: WHO; 2020 [acceso 02/04/2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332233>
10. Organización Mundial de la Salud. Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas [resumen]. Ginebra: OMS; 2003 [acceso 02/04/2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42808>

11. Tansley AG. The use and abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology*. 1935 [acceso 02/04/2022];16(3):284-307. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1930070>
12. Odum EP, Barret GW. *Fundament Ecol*. 3th ed. Philadelphia, EE. UU: Saunders Comp. 1971 [acceso 04/04/2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/2181615/Fundamental_of_ecology?from=cover_page
13. Margalef R. *Teoría de los sistemas ecológicos*. 2da ed. España: Universitat Barcelona. 1992 [acceso 02/04/2022]. Disponible en: <http://www.edicions.ub.edu/ficha.aspx?cod=01106>
14. Armenteras D, González TM, Vergara LK, Luque FJ, Rodríguez N, Bonilla MA. Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*. 2016 [acceso 07/05/2022];25(1):83-9. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1110>
15. McNaughton SJ, Coughenour MB. The cybernetic nature of ecosystems. *Am Nat*. 1981 [acceso 07/05/2022];117(6):985-90. Disponible en: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/283782?journalCode=an>
16. CEPAL. *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas; 2017 [acceso 07/05/2022]. Disponible en: <http://www.cepal.org>síntesis-pp-cc-cc-y-sus-efectos-en-la-biodiversidad>
17. Zinsstag J, Schelling E, Waltner Toews D, Tanner M. From "one medicine" to "one health" and systemic approaches to health and well-being. *Prev Vet Med*. 2011 [acceso 07/05/2022];101(3-4):148-56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20832879/>
18. Zinsstag J, Meisser A, Schelling E, Bonfoh B, Tanner M. From “two medicines” to “one health” and beyond. *Onderstepoort J Vet Res*. 2012 [acceso 07/05/2022];79(2):62-6. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0030-24652012000200013
19. World Health Organization. *Zoonotic disease: emerging public health threats in the Region*. Geneva: WHO; 2016 [acceso 15/04/2022]. Disponible en: <https://www.emro.who.int/fr/about-who/rc61/zoonotic-diseases.html>
20. CGSpace. *Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots*. Zoonoses Project 4. Report to Department for international development, UK 2012 [acceso 7/05/2022]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/21161>

21. Wallace RG, Gilbert M, Wallace R, Pittiglio C, Mattioli R, Kock R. Did Ebola emerge in West Africa by a policy-driven phase change in agroecology? En: Wallace R, editor. *Neoliberal Ébola*. EE UU.: Springer; 2016 [acceso 07/05/2022]:1-11. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40940-5_1
22. Collins M, Knutti R, Arblaster J, Dufresne JL, Fichet T, Friedlingstein P, *et al.* Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. En: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung A, editors. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. EE.UU.: Cambridge University Press; 2013 [acceso 09/04/2022]. p 1029-1136. Disponible en: <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/10551/>
23. World Health Organization. *Taking a multisectoral, One Health approach: a tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries*. Geneva: WHO; 2019 [acceso 09/04/2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325620>
24. World Health Organization. *Rift Valley Fever*. Geneva: WHO; 2018 [acceso 25/10/2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rift-valley-fever>
25. Junta de Andalucía/Consejería de Salud y Consumo. *Cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores y roedores. Guía para profesionales*. Granada: OSMAN; 2021 [acceso 25/10/2022]. Disponible en: <https://www.osman.es/project/cambio-climatico-y-enfermedades-transmitidas-por-vectores-y-roedores-guia-para-profesionales-osman-2021/>
26. Cavicchioli R, Ripple WJ, Timmis KN, Azam F, Bakken LR, Baylis M, *et al.* Scientists' warns to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Rev Microbiol*. 2019 [acceso 09/04/2022];17:569-86. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41579-019-0222-5>
27. Wilson ML. Ecology and infectious disease. In: Aron JL, Patz JA, editors. *Ecosystem Change and Public Health: A Global Perspective*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2001 [acceso 12/05/2022]:283-324. Disponible en: <https://books.google.com/cu/books?id=FjXiPOFcs8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
28. Brisola Marcondes C, Contigiani M, Miranda Gleiser R. Emergent and Reemergent Arboviruses in South America and the Caribbean: Why So Many and Why Now? *J Med Entomol*.

- 2017 [acceso 12/05/2022];54(3):509-32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28399216/>
29. Johansson MA, Dominici F, Glass GE. Local and global effects of climate on dengue transmission in Puerto Rico. PLoS Negl Trop Dis. 2009 [acceso 12/05/2022];3(2):e382. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19221592/>
30. Jury MR. Climate influence on dengue epidemics in Puerto Rico. Int J Environ Health Res. 2008 [acceso 12/05/2022];18(5):323-34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18821372/>
31. Amarakoon D, Chen A, Rawlins S, Chadee DD, Taylor M, Stennett R. Dengue epidemics in the Caribbean-temperature indices to gauge the potential for onset of dengue. Mitig Adapt Strateg Glob Chang. 2008 [acceso 14/05/2022];13:341-57. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-007-9114-5>
32. Marquetti MC. Aspectos bioecológicos de importancia para el control de *Aedes aegypti* y otros culícidos en el ecosistema urbano [tesis]. La Habana: Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”; 2008 [acceso 08/11/2022]. Disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>
33. Siqueira de Souza S, García da Silva I, García da Silva HH. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvaria de *Aedes aegypti* no Estado de Goiás. Ver Soc Bras Med Trop. 2010 [acceso 14/05/2022];43(2):152-55. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/Wy57cBsYYHwLvdQ8QymQqxc/?lang=pt>
34. Chadee D, Shivnauth B, Rawlins SC, Chen AA. Climate, mosquito indices and the epidemiology of dengue fever in Trinidad (2002–2004). Ann Trop Med Parasitol. 2007 [acceso 14/05/2022];101(1):69-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
35. Barbosa GL, Lorenço RW. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvaria no município de Tupa, Estado de São Paulo. Rev Soc Bras Med Trop. 2010 [acceso 24/01/2021];43(2):145-51. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/GvKqPHGgMZkdkYC6bRnZHVw/abstract/?lang=pt>
36. Sheppard PM, MacDonald WW, Tonn RJ, Grab B. The dynamics of an adult population of *Aedes aegypti* in relation to dengue haemorrhagic fever in Bangkok. J Anim Ecol. 1969 [acceso 28/03/2022];38(3):661-702. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3042>

37. Márquez Benítez Y, Monroy Cortés JM, Martínez Montenegro EG, Peña García VH, Monroy Díaz AL. Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes spp* y la transmisión del virus del dengue. Rev CES Med. 2019;33(1):42-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>
38. Focks DA, Barrera R. Dengue transmission dynamics: assessment and implications for control [report of the Scientific Working Group Meeting on Dengue]. Geneva: WHO; 2006 [acceso 28/03/2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69787>
39. Chan M, Johansson MA. The incubation periods of Dengue viruses. PLoS One. 2012 [acceso 05/05/2022];7(11):e50972. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23226436>
40. Betanzos-Reyes AF, Rodríguez MH, Romero Martínez M, Sesma Medrano E, Rangel Flores H, Santos Luna R. Association of dengue fever with *Aedes spp* abundance and climatological effects. Salud Pública Mex. 2018 [acceso 05/05/2022]; 60(1):12-20. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342018000100004&script=sci_abstract&tlng=en
41. Ciota AT, Chin PA, Ehrbar DJ, Micieli MV, Fonseca DM, Kramer LD. Differential effects of temperature and mosquito genetics determine transmissibility of arboviruses by *Aedes aegypti* in Argentina. Am J Trop Med Hyg. 2018 [acceso 05/05/2022];99(2):417-24. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
42. Chin PA, Ehrbar DJ, Micieli MV, Fonseca DM, Ciota AT, Kramer LD. Differential effects of temperature and mosquito genetics determine transmissibility of arboviruses by *Aedes aegypti* in Argentina. Am J Trop Med Hyg. 2018 [acceso 05/05/2022]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
43. Barrera R, Amador M, Clark GG. Use of the pupal survey technique for measuring *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in Puerto Rico. Am J Trop Med Hyg. 2006 [acceso 05/05/2022];74(2):290-302. Disponible en: <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/74/2/article-p290.xml>
44. Scott TW, Morrison AC, Lorenz LH, Clark GG, Strickman D, Kittayapong. Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: Population dynamics.

- J Med Entomol. 2000 [acceso 24/03/2022];37(1):77-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15218910/>
45. Marquetti MDC, Castillo M, Peraza I, Milián M, Molina R, *et al.* Surveillance of *Aedes aegypti* using a Reduction Sampling Size for Its Application during the COVID-19 Pandemic in Havana, Cuba. J Vet Med Animal Sci. 2022 [acceso 08/11/2022];5(1): 1105. Disponible en: <https://meddocsonline.org>
46. López Vélez R, Molina Moreno R. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. Rev Esp Salud Pública. 2005 [acceso 18/03/2022];79(2):177-90. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-572720050002000
47. Ortíz Bultó PL, Pérez Rodríguez AE, Rivero Valencia A, Pérez Carreras A, Cangas JR, Lecha Estela LB. La variabilidad y el cambio climático en Cuba: potenciales impactos en la salud humana. Rev Cubana Salud Pública. 2008 [acceso 18/03/2022];34(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000100008
48. Carrington LB, Seifert SN, Armijos MV, Lambrechts L, Scott TW. Reduction of *Aedes aegypti* vector competence for dengue virus under large temperature fluctuations. Am J Trop Med Hyg. 2013 [acceso 18/03/2022];88(4):689-97. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>articles>PMC3617853>
49. Gloria-Soria A, Armstrong PM, Powell JR, Turner PE. Infection rate of *Aedes aegypti* mosquitoes with dengue virus depends on the interaction between temperature and mosquito genotype. Proc Biol Sci. 2017 [acceso 24/03/2022];284(1864):20171506. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28978730/>
50. Márquez Benítez Y, Monroy Cortés KJ, Martínez Montenegro EG, Peña García VH, Monroy Díaz AL. Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes spp* y la transmisión del virus del dengue. CES Med. 2019 [acceso 15/05/2022];33(1):42-50. Disponible en: <http://www.scielo.org.co>pdf>cesm>0120-8705-cesm-33-01-42>
51. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlson S, Belesova K, Berry H. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. Lancet. 2018 [acceso 14/04/2022];392(10163):2479-514. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30503045/>

52. United States Agency for International Development. Risk Expands, but Opportunity Awaits Emerging Evidence on Climate Change and Health in África. EE UU: Agency; 2017 [acceso 24/04/2022]. Disponible en: <https://www.preventionweb.net/publication/risk-expands-opportunity-awaits-emerging-evidence-climate-change-and-health-africa>
53. World Health Organization. World malaria report 2017. Geneva: WHO; 2017. [acceso 02/05/2022]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565523>
54. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres. Prevenir la próxima pandemia Zoonosis: cómo romper la cadena de transmisión. Kenya: United Nations Programme; 2020 [acceso 02/05/2022]. Disponible en: <https://www.cms.int/es/news/informe-del-pnuma-prevenir-la-pr%C3%B3xima-pandemia>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiación

No se contó con financiación para este artículo.