

# Fortalecimiento de los servicios climáticos para el sector de la salud en el Caribe

por **Adrian Trotman<sup>1</sup>, Roché Mahon<sup>1</sup>, Joy Shumake-Guillemot<sup>2</sup>, Rachel Lowe<sup>3,4</sup> y Anna M. Stewart-Ibarra<sup>5</sup>**

La comunidad científica climática puede jugar un importante papel al afrontar los retos en salud pública. Muchas enfermedades humanas y condiciones de salud son sensibles a los cambios en la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento y otras variables medioambientales como la calidad del aire o del agua. Por ello, la información climática se puede usar como un indicador de riesgo y para dar información al seguimiento de las enfermedades y a la investigación sobre la salud. En algunos casos, se puede usar para predecir el momento y lugar del brote de una enfermedad, en función de las condiciones meteorológicas previstas.

Los servicios climáticos personalizados pueden ayudar al sector de la salud a tomar mejores decisiones a la hora de asignar unos recursos que son escasos (por ejemplo los financieros, de personal, de equipamiento y farmacéuticos). Pueden ayudar también a identificar comunidades de alto riesgo al observar factores medioambientales, alertando a las comunidades locales y a los proveedores sanitarios sobre unas condiciones peligrosas, e incrementando la concienciación y las acciones preventivas a través de las campañas educativas y formativas. El valor producido mediante la incorporación de la información climática en los procesos de toma de decisiones puede generar servicios de salud más eficaces y eficientes, reduciendo así

la morbilidad y la mortalidad atribuidas a cuestiones de salud sensibles al clima.

Los servicios climáticos para la salud son un campo emergente de la ciencia aplicada, definido como “el proceso iterativo completo de colaboración conjunta entre importantes socios multidisciplinares, para identificar, generar y crear capacidad de acceso, desarrollo, suministro y uso de un conocimiento significativo y fiable sobre el clima, con objeto de mejorar las decisiones sobre la salud” (WMO/WHO, 2016).

La provisión de servicios climáticos para el sector de la salud requiere una intensa colaboración. Sin embargo, las sinergias entre las comunidades sanitarias y climáticas no surgen necesariamente de manera natural y puede ser imprescindible catalizarlas y promoverlas. Tradicionalmente, ha habido poca inversión a nivel mundial relativa al clima y la salud, particularmente en el Caribe (OMM, 2014). Este no es el caso de otros sectores como el del agua, la agricultura y la gestión de riesgos de desastre, en los que la utilidad de los servicios meteorológicos y climáticos ha sido mejor documentada e ilustrada. No obstante, muchos productos con información climática relativa a crecidas y sequías, ciclones tropicales y temperaturas y calor extremos, en determinadas escalas temporales (por ejemplo, horarias o decenales), tienen utilidad potencial para el sector de la salud en el Caribe.

## Demanda de servicios climáticos para la salud en el Caribe

La demanda de un enfoque coherente e integrado para la gestión de los riesgos climáticos para el sector de la salud fundamenta los objetivos del Ejemplo representativo sobre la salud (OMM, 2014) del Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC), el cual pide:

1. Fortalecer la comunicación y las asociaciones entre los agentes sanitarios y climáticos a todos los niveles.
2. Desarrollar la capacidad del sector de la salud para acceder, comprender y utilizar de forma eficaz la

- 1 Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe, Bridgetown (Barbados)
- 2 Oficina Conjunta para el Clima y la Salud de la Organización Mundial de la Salud y la Organización Meteorológica Mundial
- 3 Departamento de Epidemiología de las Enfermedades Infecciosas y Centro de Modelización Matemática de Enfermedades Infecciosas, Escuela de Londres de Higiene y Medicina Tropical, Londres (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte)
- 4 Instituto de Salud Global de Barcelona (España)
- 5 Instituto de Salud Global y Ciencia Traslacional, SUNY Universidad Médica Septentrional, Siracusa, Nueva York (Estados Unidos de América)

información meteorológica en los procesos de adopción de decisiones relacionadas con la salud.

3. Mejorar la investigación y las pruebas sobre el vínculo existente entre el clima y la salud.
4. Incorporar adecuadamente los datos climáticos y meteorológicos en las actividades relacionadas con la salud.

La necesidad de inversión en la colaboración sistemática entre las comunidades climáticas y de salud puede decirse que es mayor en los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID), que están expuestos a graves episodios meteorológicos y climáticos, ascensos de temperatura y cambios en las condiciones oceánicas y de sus ecosistemas. Estos factores influyen en la transmisión de enfermedades y en los elementos que determinan la buena salud, como el agua limpia, la comida sana y suficiente, la economía local y una segura habitabilidad.

En los últimos años, el Caribe ha experimentado un alto coste humano y socioeconómico agravado por los episodios de vientos y precipitación extremos que amenazan de modo directo la vida, que dan como resultado daños y pérdidas de instalaciones sanitarias y viviendas, y que son responsables de enfermedades psicosociales. La exposición a fuertes radiaciones ultravioleta, que pueden dar lugar a daños en la piel, es también una fuente de preocupación en una región en la que el turismo constituye un sector socioeconómico importante. Además, muchas enfermedades sensibles a las condiciones meteorológicas, como las portadas por el mosquito *Aedes aegypti* (virus del dengue, chikunguña y Zika), o las transmitidas por roedores o el agua y asociadas a inundaciones (entre ellas la leptospirosis, el cólera y otras enfermedades gastrointestinales) han llegado a ser prominentes en la región. Los expertos han identificado también riesgos emergentes sobre la salud por situaciones de calor extremo y niveles elevados de polvo sahariano, que se pueden vigilar y pronosticar con la ayuda de la comunidad meteorológica.

### Enfermedades transmitidas por vectores

La reciente crisis de salud pública sin precedentes por epidemias víricas simultáneas transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*, es una prioridad sanitaria de alto nivel en el Caribe. Las enfermedades debidas a los virus del dengue, chikunguña y Zika han aumentado rápidamente durante las últimas tres décadas, exacerbando la presión física y económica sobre unos sistemas de salud ya insuficientes. Por ejemplo, desde 2013, Barbados ha sufrido tres brotes de dengue, uno de chikunguña y otro de Zika (Lowe y otros, 2018). En 2016, cuando se declaró la emergencia sanitaria mundial por Zika, Barbados registró

926 casos sospechosos de los cuales 147 resultaron ser positivos, mientras que Dominica registró 1 263 casos sospechosos de los cuales se confirmaron 79 (Ryan y otros, 2017). En ese mismo año, Barbados también informó de 314 casos positivos de dengue (incluidas 15 infecciones dobles de dengue y Zika) y tres casos positivos de chikunguña (Ryan y otros, 2018).

### Calor extremo

Se ha demostrado que la exposición a calor extremo, particularmente durante las olas de calor intensas, incrementa la morbilidad y la mortalidad en poblaciones vulnerables, y reduce la productividad de la mano de obra. La exposición prolongada a altas temperaturas diurnas y nocturnas añade otros tipos de estrés psicológico sobre el cuerpo. Las personas con enfermedades crónicas no contagiosas como las cardíacas, los ictus o la diabetes, y quienes tienen problemas de salud mental, han de afrontar retos especiales ante la termorregulación en comparación con los adultos sanos. Dado que el Caribe sigue una tendencia de incremento de temperaturas (Stephenson y otros, 2014), se ha hecho de vital importancia en materia de salud pública entender mejor el impacto que sobre las enfermedades no contagiosas de la población tienen el exceso, los episodios o el estrés por calor.

### Polvo sahariano

Anualmente, cantidades significativas de polvo del desierto viajan miles de kilómetros desde la región del Sahara hasta el Caribe, arrastradas por los vientos dominantes a niveles altos. Esto, en ocasiones, da como resultado que en muchos países se superen los estándares de calidad del aire recomendados por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) y gruesas (PM<sub>10</sub>). Los episodios de exposición grave al polvo o a la arena dependen de los patrones de precipitación y vientos globales y de las condiciones climáticas y medioambientales en el Sahara, y tienen serias implicaciones en la salud respiratoria y ocular en el Caribe. Las personas que ya sufren de asma o de rinitis alérgica pueden ver incrementados sus síntomas durante los periodos de elevadas concentraciones de polvo y PM<sub>10</sub>.

La región del Caribe ya no puede sostener la enorme carga humana y económica que supone el tratamiento y la pérdida de vidas y calidad de vida por estas enfermedades sensibles al clima. Anticiparse a la transmisión de enfermedades a través de la información climática es por ello una prioridad para apoyar la aplicación de medidas preventivas.

## Aumento de la capacidad regional para desarrollar servicios climáticos para la salud

Ha habido un amplio reconocimiento de la conexión entre el clima y la salud y de su importancia en la salud pública. Sin embargo, el programa PEID-Caribe ha sido lento a la hora de aprovechar la oportunidad presentada por el desarrollo e integración de los servicios climáticos dentro de la práctica y la planificación del sector de la salud nacional. Muchos países de la región tienen acuerdos institucionales muy débiles o inexistentes para vincular significativamente los sectores de salud y climático. Tampoco disponen de muchas plataformas intersectoriales o espacios de encuentro para el mutuo intercambio, faltan estudios integrados empíricos localizados que relacionen el clima con resultados en salud, y poseen una gran escasez de herramientas de información climática centradas específicamente en la salud así como de recursos para integrarlas en las operaciones sanitarias.

Como reconocimiento a los retos que deben afrontar los PEID, la OMM les ha designado como grupo beneficiario de primera necesidad para el MMSC. Entre 2013 y 2017, la OMM ha ejecutado el Programa de creación de capacidad climática regional en el Caribe, financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La rama técnica de la Organización Meteorológica del Caribe, el Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC), puso en marcha el programa.

El IMHC, que es un Centro Regional sobre el Clima (CRC) de la OMM desde 2017, estaba entonces en fase de pruebas para convertirse en CRC. Como tal, estaba produciendo regularmente productos y servicios climáticos regionales en colaboración con su red de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). Entre ellos, servicios de gestión de datos climáticos, climatologías históricas y de referencia, vigilancia del clima, pronósticos a largo plazo (estacionales) y observaciones climáticas.

El Programa de creación de capacidad climática regional en el Caribe fue concebido para aumentar la importancia y el alcance del IMHC mediante el desarrollo, la prueba y la difusión de una nueva generación de herramientas y productos de información climática para apoyar a los Sistemas de información y alerta temprana para escalas climáticas. Hubo que hacer especial énfasis en la información para la toma de decisiones sobre la salud y otros sectores prioritarios del MMSC, así como para la fundamental industria turística del Caribe.

El foco de los Sistemas sectoriales de información y alerta temprana para escalas climáticas del Caribe está en la integración de principio a fin entre la información climática y una temprana toma de decisiones en relación con la

gestión de riesgos climáticos. Esto está en línea con la visión del MMSC de capacitar a las sociedades para mejorar la gestión de riesgos y oportunidades a partir de la variabilidad del clima y el cambio climático, a través del desarrollo e incorporación de la información climática basada científicamente y de la predicción en la planificación, la política y la praxis (OMM, 2011).

En la cadena de información climática, esta integración comienza con el análisis de las vulnerabilidades relacionadas con el clima en los procesos operativos de los usuarios finales. Continúa con el codesarrollo de productos y servicios para abordar las vulnerabilidades subyacentes y, finalmente, con la codifusión de productos y servicios personalizados de predicción de impactos climáticos con las resoluciones espaciales y temporales requeridas por los destinatarios. La idea de poner el foco en la satisfacción de las necesidades de los usuarios finales de la información climática y de desarrollar colaborativamente los productos puede aumentar la calidad de la información disponible para sectores como el de la salud, así como también la adopción y el uso de información climática personalizada.

Desde 2015, el IMHC ha trabajado en una nueva oferta múltiple en colaboración con socios nacionales y regionales como ministerios de sanidad, SMHN, el Organismo de Salud Pública del Caribe (CARPHA), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otras asociaciones interdisciplinarias internacionales de investigación. A continuación se describe la experiencia caribeña en la aplicación de los principios del Ejemplo representativo sobre la salud del MMSC para establecer y fortalecer estas relaciones entre diversos organismos a niveles nacional, regional e internacional para promover el diseño, desarrollo y difusión de servicios climáticos para la salud.

## Fortalecimiento de la comunicación y la colaboración

El IMHC comenzó el proceso de integración de la perspectiva científica y social con su tradicional enfoque científico físico para mejorar el desarrollo y la difusión de los servicios climáticos durante el Programa de creación de capacidad climática regional en el Caribe. Los investigadores del IMHC llevaron a cabo una exhaustiva evaluación básica de los usuarios finales, que permitió a los profesionales de la salud comunicar sus necesidades y capacidades de uso de la información disponible sobre vigilancia y predicción del clima, producida operativamente por el IMHC.

Esta evaluación reveló que los profesionales de la salud tienen en cuenta las estaciones secas y húmedas cuando desarrollan sus planes anuales de salud pública, pero no incorporan formalmente la información climática en sus procesos de planificación.

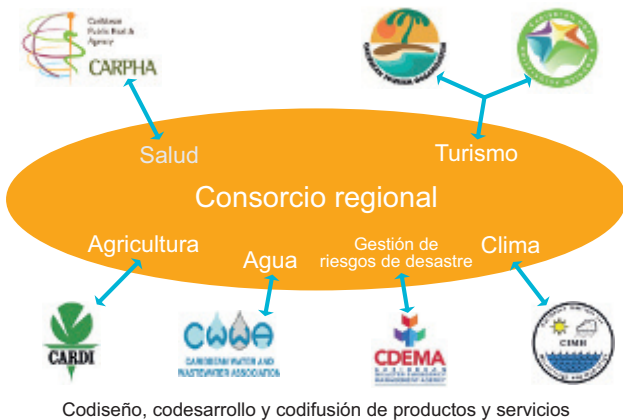


Figura 1. Consortio de socios para la coordinación de los Sistemas sectoriales de información y alerta temprana para escalas climáticas del Caribe –un grupo de seis organismos regionales del sector y un proveedor de servicios climáticos regionales (IMHC)–, encargado del codiseño, codesarrollo y codifusión de productos climáticos procesables dirigidos a usuarios específicos.

Dado el estado embrionario de la aplicación de la ciencia climática al sector sanitario del Caribe, se puso de manifiesto que este debería ser un objetivo beneficiario de la próxima generación de servicios climáticos.

La suscripción de acuerdos formales con instituciones para colaborar en el desarrollo e integración de servicios climáticos en la toma de decisiones ha sido una de las estrategias fundamentales del IMHC, apuntalada por el deseo de romper con la tradicional forma de trabajo en células independientes y de avanzar hacia un nuevo modelo de colaboración interinstitucional a fin de lograr un impacto mayor y más integrado en los servicios climáticos del sector.

El Consortio de socios para la coordinación de los Sistemas sectoriales de información y alerta temprana para escalas climáticas del Caribe es un grupo de seis organismos regionales del sector y un proveedor de servicios climáticos regionales (IMHC) que se encarga del codiseño, el codesarrollo y la codifusión de productos climáticos procesables dirigidos a usuarios específicos (figura 1). El CARPHA se unió al Consortio en 2017 como socio regional de salud y sus actividades están financiadas por la OPS.

## Aumento de la capacidad del sector sanitario

El desarrollo y la difusión operativa de boletines climáticos específicos aumentan la capacidad del sector para acceder, entender y usar la información climática. Estos boletines explican rutinariamente los riesgos y oportunidades potenciales asociados a la información de vigilancia y predicción climática estacional para sectores específicos. Los

socios del Consortio han sido fundamentales para desarrollar la primera generación disponible de productos de información climática sectorial y procesable que sintetizan y ofrecen mensajes acerca de las implicaciones del clima sobre cada sector, utilizando información proveniente de la gama de productos climáticos de carácter técnico existentes en el IMHC.

El Boletín caribeño de clima y salud, lanzado en junio de 2017, es producto de la colaboración entre el IMHC, el CARPHA y la OPS (figura 2). El Boletín proporciona un resumen general del clima para el periodo previsto e información sobre episodios y condiciones recientes. A través de los socios sanitarios, también ofrece una perspectiva respecto a qué riesgos pueden exacerbarse debido a las condiciones meteorológicas presentes y previstas. De esa manera, el Boletín constituye una guía con relación a numerosos temas sensibles al clima como enfermedades (respiratorias, no contagiosas, transmitidas por vectores o gastrointestinales), bienestar o salud mental. Esta información se suministra para apoyar decisiones estratégicas y operativas en materia de actuaciones sanitarias y gestión de sistemas de asistencia sanitaria.

El Boletín de clima y salud está disponible en los sitios web del CRC del Caribe (rcc.cimh.edu.bb), el CARPHA (carpha.org/What-We-Do/Environmental-Health-and-Sustainable-Development) y la OPS (www.paho.org/ocpc/).

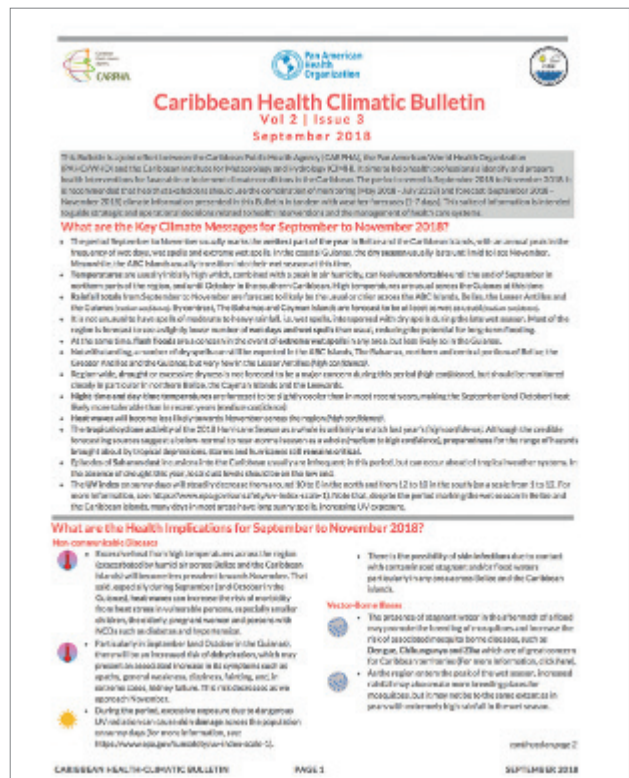


Figura 2. Página 1 de la edición de septiembre de 2018 del Boletín caribeño trimestral de clima y salud.



## Mejora de la investigación sobre salud y clima

Las evaluaciones preliminares señalan que los usuarios finales del sector sanitario encuentran útil el Boletín de clima y salud. Sin embargo, sus alertas sanitarias se basan en declaraciones cualitativas de expertos acerca de probables riesgos sobre la salud, las cuales podrían mejorarse si se añaden predicciones probabilísticas cuantitativas de riesgo de enfermedad (Lown y otros, 2018). Por esa razón, es necesario llevar a cabo más tareas de investigación para desarrollar productos de predicción de enfermedades con mayor precisión usando la información climática.

## Servicios climáticos para hacer frente a enfermedades transmitidas por vectores

El trabajo sobre la relación entre la salud y el calor, y entre la arena (o el polvo) y la salud, se ha centrado en mejorar la comprensión de los procesos físicos asociados a los umbrales de calor extremo, así como del ciclo del polvo, para predecir futuros episodios en el Caribe. Por el contrario, el trabajo sobre las enfermedades transmitidas por vectores se ha encaminado hacia un enfoque integrado que está mostrando avances a la hora de establecer los vínculos entre el clima y las enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*. Estos progresos demandan conocimientos interdisciplinarios para integrar y analizar datos climáticos, entomológicos y epidemiológicos, una combinación de competencias que no era fácil de encontrar en el Caribe. El IMHC, junto con el CARPHA, la OPS, ministerios de sanidad y SMHN, formaron un equipo internacional e interdisciplinario de investigación para salvar esa brecha.

El equipo dirigió un estudio piloto en Barbados y Dominica entre febrero y julio de 2017 para desarrollar un marco modelo. Los resultados de este estudio han mostrado evidencias del papel del clima en la variación estacional e interanual de la dinámica del *Aedes aegypti* y de la transmisión del dengue, y han cimentado la base del trabajo

preparatorio para el desarrollo de un sistema de alerta temprana, gobernado por el clima, para los virus transmitidos por este mosquito en el Caribe. Hasta la fecha se han publicado tres trabajos científicos a partir de este estudio piloto en los que se comparten los resultados sobre la epidemiología de los arbovirus y el clima en el Caribe con una comunidad internacional más amplia. También se han desarrollado nuevas herramientas de alerta temprana que podrían utilizarse en el sector de la sanidad pública para prevenir y combatir brotes simultáneos de enfermedades transmitidas por vectores (figura 3).

Como parte del estudio piloto, se convocaron talleres presenciales y seminarios técnicos en línea con las comunidades sanitarias y climáticas del Caribe para crear capacidad. Ya se están realizando esfuerzos para ampliar el alcance de la investigación a otros países del Caribe.

Este trabajo sobre las enfermedades transmitidas por vectores demuestra la viabilidad de desarrollar servicios climáticos para la salud y la importancia de una fuerte colaboración a largo plazo entre los sectores climáticos y de salud. Es muy probable que el modelo colaborativo interdisciplinario sea reproducido en las otras áreas prioritarias en las que el IMHC y sus colaboradores realizan un seguimiento sobre el clima y la salud. Cuando esté completamente desarrollado, el amplio abanico de resultados científicos relativos a enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*, al calor extremo o a las enfermedades no contagiosas, así como al polvo del Sahara y a las enfermedades respiratorias, se incluirá finalmente en el Boletín trimestral caribeño de clima y salud para ofrecer a los profesionales sanitarios del Caribe una guía de toma de decisiones basadas en el clima.

## Integración eficaz de los datos climáticos y meteorológicos en las operaciones sanitarias

Los recientes e innovadores avances que se extienden desde la fase de investigación hasta la de operatividad,

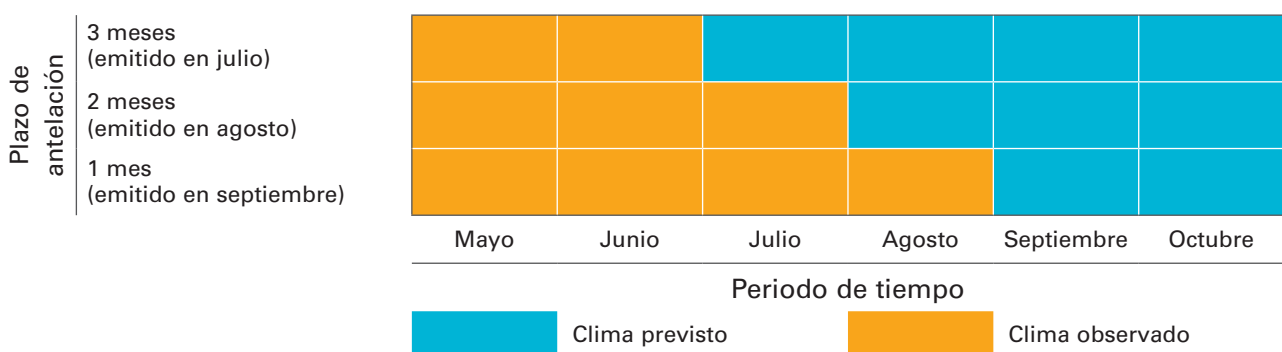


Figura 3. Esquema que muestra el tipo de información climática (por ejemplo, observada o prevista) que se necesita para generar predicciones de dengue en Barbados para el mes de octubre. Fuente: Lowe y otros (2018).

junto con la integración de las ciencias sociales orientada a enfoques participativos, están catalizando la coproducción de la nueva generación de servicios climáticos para la salud en el Caribe. La región tiene ahora acceso a diversos productos de alerta temprana para la salud humana entre los que se incluye un nuevo marco modelo para predecir los brotes de dengue usando la información climática, desarrollado para Barbados (**figura 3**). Hay un importante potencial para poner en práctica este modelo y extenderlo a otros países del Caribe ya que hace uso de indicadores y predicciones climáticas que se generan de forma regular en el IMHC. Así pues, esta investigación ha situado firmemente al Caribe en el camino del desarrollo de un sistema de alerta temprana, gobernado por el clima, para el dengue y otras enfermedades transmitidas por mosquitos en la región.

La siguiente fase se centrará en poner en práctica las versiones iniciales en investigación sobre salud y clima, mejorando así los resultados regionales y nacionales en materia de salud mediante la creación de otros componentes que son necesarios para contar con un sistema operativo de información de alerta temprana sanitaria gobernado por el clima. Uno de ellos será el desarrollo de una plataforma de modelización, basada en un sistema de información geográfica, que integre y analice por el momento diferentes conjuntos de datos atmosféricos, ambientales, epidemiológicos, entomológicos y otros de tipo socioecológico en una base de datos común. Estos datos alimentarán un modelo de predicción espaciotemporal que generará mapas y/o proyecciones estacionales de riesgo de enfermedad vinculadas a un sistema de alerta y respuesta epidemiológicas, que, a su vez, servirá de herramienta de apoyo a la toma de decisiones basadas en evidencias para el sector público de la salud.

La integración de estas diversas corrientes de investigación y desarrollo en las operaciones sanitarias tiene un gran potencial para reducir los riesgos de enfermedades sensibles al clima que socavan actualmente la productividad y el desarrollo sostenible de los PEID del Caribe.

## Agradecimientos

Las actividades y el progreso del expediente sobre salud y clima del Caribe fueron patrocinados por el Programa de creación de capacidad climática regional en el Caribe (rcc.cimh.edu.bb/brccc) de la USAID (identificativo: AID-538-10-14-00001), con financiación posible gracias a la generosa aportación del pueblo estadounidense. La coautora R. L. fue financiada mediante una beca de investigación de la Royal Society Dorothy Hodgkin. Muchas gracias al resto de colaboradores del equipo de investigación climática del

*Aedes aegypti*: Sadie Ryan, Mercy Borbor, Moory Romero, Cédric van Meerbeeck y Shelly-Ann Cox. Los autores desean expresar también su agradecimiento a Shermaine Clauzel, Lyndon Forbes Robertson y Avery Hinds (CARPHA) y a Adrianus Vlugman y Karen Polson-Edwards (OPS) por su continuo apoyo al proporcionar conjuntamente el Boletín caribeño de clima y salud. Gracias también a Andrea Sealy y Ashford Reyes (IMHC) por su orientación sobre el abanico de modelos de polvo sahariano.

## Referencias

Lowe, R., A. Gasparrini, C. J. Van Meerbeeck, C. A. Lippi, R. Mahon, A. R. Trotman, L. Rollock, A. Q. J. Hinds, S. J. Ryan y A. M. Stewart-Ibarra, 2018: *Nonlinear and delayed impacts of climate on dengue risk in Barbados: a modelling study*. *PLoS Medicine*, 15(7): e1002613, [doi.org/10.1371/journal.pmed.1002613](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002613).

Organización Meteorológica Mundial, 2011. *Del conocimiento climático a la acción: Marco Mundial para los Servicios Climáticos – Potenciar la capacidad de los más vulnerables. Informe del Equipo especial de alto nivel sobre el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (OMM N.º 1065)*. Ginebra.

Organización Meteorológica Mundial, 2014: *Ejemplo representativo sobre la salud para la plataforma de interfaz de usuario del Marco Mundial para los Servicios Climáticos*. Ginebra.

Ryan, S. J., C. J. Carlson, A. M. Stewart-Ibarra, M. J. Borbor-Cordova, M. M. Romero, S. Cox, R. Mahon, A. Trotman, S. St. Ville y S. Ahmed, 2017: *Zika virus outbreak, Dominica, 2016*. *Emerging Infectious Diseases*, 23(11): 1926-1927.

Ryan, S. J., C. A. Lippi, C. J. Carlson, A. M. Stewart-Ibarra, M. J. Borbor-Cordova, M. M. Romero, S. Cox, R. Mahon, A. Trotman, L. Rollock, M. Gittens-St. Hilaire, D. King y S. Daniel, 2018: *Zika virus outbreak, Barbados, 2015-2016*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98(6): 1857-1859.

Stephenson, T. S., L. A. Vincent, T. Allen, C. J. Van Meerbeeck, N. McLean, T. C. Peterson y otros, 2014: *Changes in extreme temperature and precipitation in the Caribbean region, 1961-2010*. *International Journal of Climatology*, 34(9): 2957-2971, [doi.org/10.1002/joc.3889](https://doi.org/10.1002/joc.3889).

World Meteorological Organization/World Health Organization, 2016: *Climate Services for Health Fundamentals and Case Studies for Improving Public Health Decision – making in a New Climate*. Geneva.