

Innovación y progreso en la vigilancia del dengue en América Latina y el Caribe desde 2000 hasta 2024

Innovation and progress in dengue surveillance in Latin America and the Caribbean from 2000 to 2024

Paulina Francisca Madrid Peralta ^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-8710-4432>

Gladys Lola, Luján Johnson ¹ <https://orcid.org/0000-0002-4727-6931>

¹ Universidad Cesar Vallejo, Piura, Perú

*Autor para la correspondencia: p7002508570@ucvvirtual.edu.pe

RESUMEN

Introducción: En América Latina y el Caribe, la prevalencia del dengue ha motivado la implementación de diversas estrategias de control y vigilancia. Con la integración de tecnologías emergentes y la cooperación intersectorial, se han realizado esfuerzos significativos para mitigar los impactos de esta enfermedad.

Objetivo: Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de las estrategias integradas de vigilancia epidemiológica, control vectorial, y participación comunitaria, complementadas con tecnologías innovadoras, en la gestión del dengue desde 2000 hasta 2024. Se busca determinar el impacto colectivo de estas intervenciones en la reducción de la incidencia y letalidad del dengue en la región.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática de 60 estudios publicados,

seleccionados mediante bases de datos como PubMed y Scopus. La inclusión de estudios que aportaron datos cuantitativos y cualitativos sobre la eficacia de las intervenciones. Se empleó un análisis cualitativo para sintetizar los hallazgos.

Resultados: Los sistemas de vigilancia y control, cuando se combinan con innovaciones tecnológicas como MinION y EWARS, han mostrado mejoras significativas en la detección y manejo del dengue, reduciendo la incidencia hasta en un 98 % en algunas regiones.

Conclusiones: La integración efectiva de múltiples estrategias ha sido crucial en la lucha contra el dengue. A pesar de los avances, se identifican desafíos significativos como la sostenibilidad financiera y la coordinación de recursos, subrayando la necesidad de estrategias adaptativas para fortalecer los sistemas de salud pública.

Palabras clave: vigilancia epidemiológica; dengue; modelos predictivos; participación comunitaria; sistemas de alerta temprana

ABSTRACT

Introduction: In Latin America and the Caribbean, the prevalence of dengue has prompted the implementation of various control and surveillance strategies. With the integration of emerging technologies and intersectoral cooperation, significant efforts have been made to mitigate the impacts of this disease.

Objective: This study aims to evaluate the effectiveness of integrated strategies of epidemiological surveillance, vector control, and community participation, complemented by innovative technologies, in managing dengue from 2000 to 2024. It seeks to determine the collective impact of these interventions on reducing the incidence and lethality of dengue in the region.

Methods: A systematic review of 60 published studies was conducted, selected through databases such as PubMed and Scopus. The selection included studies that provided quantitative and qualitative data on the efficacy of interventions. A qualitative analysis was used to synthesize the findings.

Results: Surveillance and control systems, when combined with technological innovations such as MinION and EWARS, have shown significant improvements in detecting and managing dengue, reducing incidence by up to 9.8% in some regions.

Conclusions: The effective integration of multiple strategies has been crucial in combating dengue. Despite the advances, significant challenges such as financial sustainability and resource coordination were identified, underscoring the need for adaptive strategies to strengthen public health systems.

Keywords: epidemiological surveillance; dengue; predictive models; community participation; early warning system.

Recibido: 12/01/2025

Aprobado: 28/02/2025

Introducción

La vigilancia epidemiológica del dengue en América Latina y el Caribe ha experimentado una transformación fundamental durante el período 2000-2024, evolucionando hacia un sistema altamente integrado donde las interrelaciones entre componentes definen su efectividad. ^(1,2) Esta evolución se caracteriza por una progresión desde sistemas aislados hacia plataformas integradas de vigilancia que incorporan múltiples niveles de análisis y respuesta, estableciendo un marco comprehensivo para la gestión epidemiológica. ⁽³⁾

En el núcleo de este sistema, la interacción entre vigilancia activa y pasiva establece la base para la detección y seguimiento de casos. ⁽⁴⁾ Se ha evidenciado la efectividad de la vigilancia activa al identificar 3 615 casos sospechosos en 13 527 personas-año, contrastando significativamente con las tasas de 0,004-0,31 por 100 personas-año en sistemas pasivos. ⁽⁴⁾ Esta dualidad se potencia mediante su integración con la vigilancia genómica. ⁽⁵⁾ Los estudios documentan avances significativos con la implementación de secuenciación en tiempo real utilizando la plataforma MinION¹, reduciendo de forma significativa el tiempo de procesamiento de meses a días durante la epidemia de 2022. ⁽⁵⁻⁷⁾

La dimensión diagnóstica del sistema se fortalece mediante la interrelación sinérgica entre vigilancia serológica, genómica y laboratorial. En Paraguay, se demostró la efectividad de esta integración con un sistema de validación serológica que alcanza 96 % de precisión, 96 % de sensibilidad y 97 % de especificidad. ⁽⁸⁾ Este nivel de precisión diagnóstica se complementa con los avances en sistemas de alerta temprana, donde el sistema EWARS-CDS², validado durante 2015-2020, logró una sensibilidad del 97 %, especificidad del 94 %, valor productivo positivo (VPP) del 75 % y valor productivo negativo (VPN) del 99 %. ⁽⁹⁾

La vigilancia entomológica establece conexiones fundamentales con los sistemas de alerta temprana y la vigilancia de laboratorio. En un estudio realizado en Foz do Iguaçu ⁽¹⁰⁾ el sistema entomo-virológico identificó 12,7 % de mosquitos positivos para DENV-2 y 5,4 % para CHIKV, reduciendo el tiempo de identificación de 9 días a 36 horas.

La mejora en tiempos de respuesta se potencia mediante la integración con sistemas predictivos, donde documentan tiempos de anticipación diferenciados: 3-5 semanas para dengue, 10-13 semanas para chikungunya y 6-10 semanas para Zika. ⁽¹¹⁾

La vigilancia de viajeros emerge como un componente esencial en la integración

¹ MinION: Secuenciador portátil basado en nanoporos desarrollado por Oxford Nanopore Technologies. Permite la lectura de ADN y ARN en tiempo real, facilitando el análisis genómico en entornos clínicos y epidemiológicos.

² EWARS-CSD: Sistema de Alerta Temprana y Respuesta Rápida para la Vigilancia Basada en la Comunidad, desarrollado por la OMS para la detección y respuesta a brotes en tiempo real.

transfronteriza del sistema. Taylor-Salmon y colaboradores demostraron su importancia en el Caribe, donde la combinación de vigilancia de viajeros con epidemiología genómica permitió complementar brechas significativas en países como Cuba y Haití. ⁽¹²⁾ Esta información se enriquece mediante su integración con la vigilancia laboratorial a través de la Red RELDA³, aunque otras investigaciones señalan desafíos persistentes durante picos epidémicos. ^(13,14)

La efectividad del sistema integrado se evidencia en resultados cuantificables. Un estudio efectuado en Ecuador detectó una reducción significativa en las tasas de incidencia, pasando de 261,92 por 100 000 habitantes en 2015 a 18,38 en 2018. ⁽¹⁵⁾ Otro realizado en Brasil, reportó que el Sistema de Información de Enfermedades de Notificación (SINAN) logra una cobertura del 70 % de la población. ⁽¹⁶⁾ Por otra parte en Colombia, se logró la implementación de vigilancia epidemiológica-molecular con metas de 90-100 % para confirmación serológica. ⁽¹⁷⁾ (Ver figura 1: Sistema integrado de vigilancia epidemiológica del dengue).

Sin embargo, persisten desafíos significativos, pues aún se identifican obstáculos como la falta de acceso a datos clínicos en tiempo real y la complejidad en la integración de múltiples fuentes de datos. ⁽¹⁸⁾ Las disparidades regionales continúan siendo evidentes, con variaciones en tasas de confirmación laboratorial desde 7,8 % en Guatemala hasta 96 % en Paraguay. ^(8,19)

La evolución del sistema también refleja innovaciones significativas en metodologías predictivas. St-Onge y colaboradores documentan la implementación de sistemas que integran modelado de dinámica de enfermedades infecciosas con variables climáticas, incluyendo vigilancia complementaria en aguas residuales de aeronaves para la detección de ARN arboviral. ⁽²⁰⁾ Estos avances se complementan con desarrollos en vigilancia genómica, donde Grubaugh y otros autores demuestran la efectividad de sistemas para identificar la cocirculación de los cuatro serotipos durante 2023-2024 en el Valle del Cauca, Colombia. ⁽²¹⁾

³ Red RELDA (Red Latinoamericana de Diagnóstico de Arbovirus): Plataforma de cooperación regional para el diagnóstico y vigilancia de enfermedades virales transmitidas por artrópodos, incluyendo el dengue.

Esta red interrelacionada de componentes de vigilancia demuestra que la efectividad del sistema depende no solo de la solidez individual de cada elemento, sino principalmente de la fortaleza y eficiencia de sus interconexiones.

La evidencia acumulada sugiere que este modelo ofrece una base sólida para el control epidemiológico del dengue en la región, aunque requiere atención continua a los desafíos de implementación, sostenibilidad y reducción de disparidades regionales en capacidades técnicas y recursos.

El control vectorial en América Latina y el Caribe (figura 2) ha evolucionado hacia un sistema integrado que trasciende la implementación aislada de estrategias individuales. La evidencia demuestra que la efectividad óptima se alcanza mediante la interacción coordinada de sus componentes principales: control químico, biológico, físico y trampeo masivo. Esta integración ha demostrado reducciones significativas en la incidencia del dengue, como lo documentan Rojo-Ospina y su grupo de investigación en Medellín, con una disminución sostenida del 43 % mediante la implementación coordinada de control vectorial y vigilancia epidemiológica. ⁽²²⁾

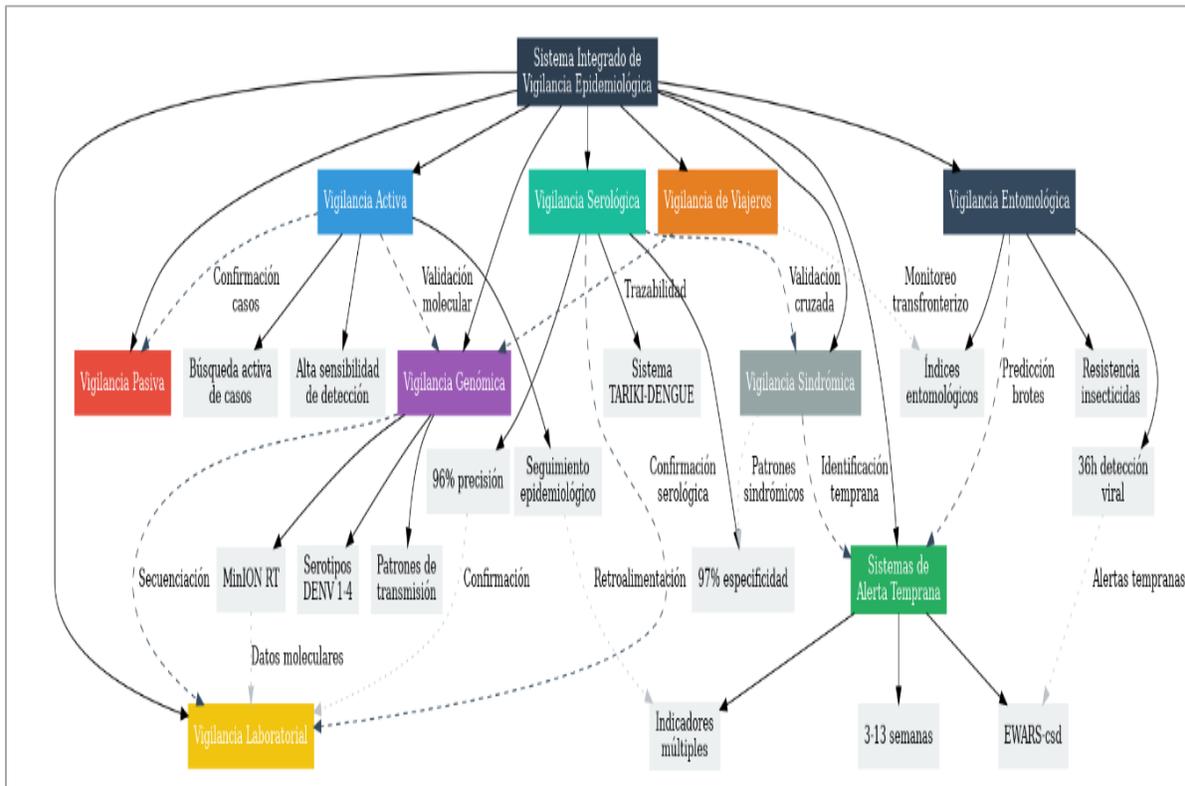


Fig. 2. Sistema integrado de vigilancia epidemiológica del dengue

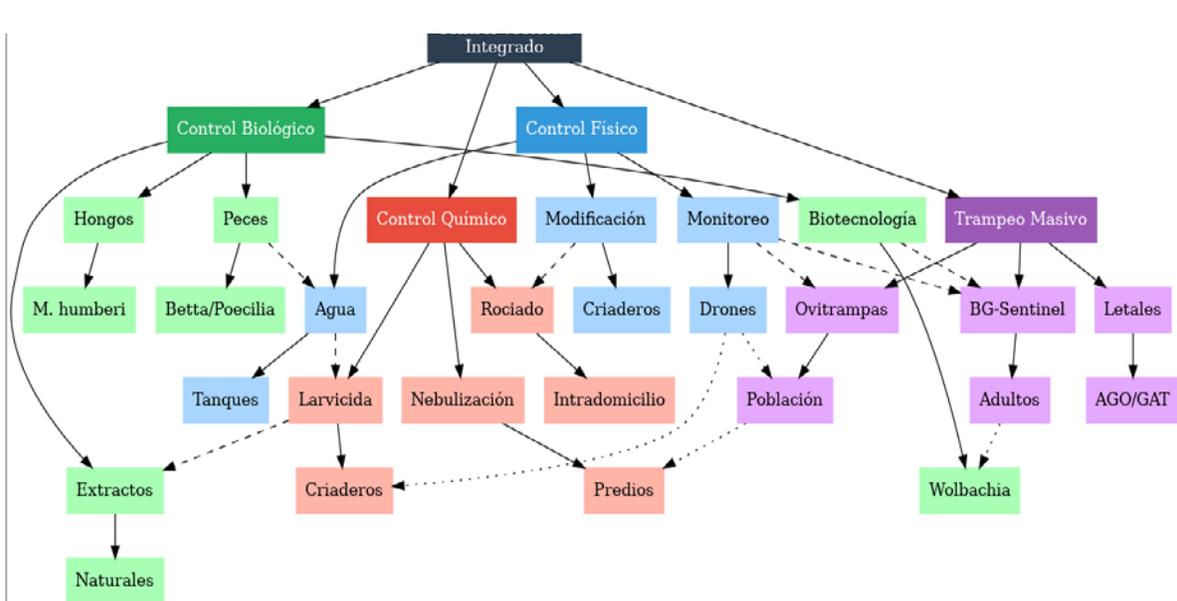


Fig. 1. Control vectorial integrado

El control químico, que incluye aplicaciones larvicidas, nebulización espacial y rociado residual, alcanza su máxima efectividad cuando se integra con otros componentes. Por ejemplo, Ordoñez-González y colaboradores demostraron una eficacia del 98 % en la reducción de poblaciones de *Ae. aegypti* resistentes cuando la nebulización térmica se implementó en conjunto con estrategias de control físico. ⁽²³⁾ Esta eficacia se potencia cuando se guía por sistemas de monitoreo tecnológico, como lo evidencia el trabajo de Valdez-Delgado y sus colaboradores en México, donde la incorporación de drones para identificación de criaderos optimizó la aplicación de intervenciones químicas. ⁽²⁴⁾

El control biológico complementa estas acciones mediante diversas estrategias. Los estudios con hongos entomopatógenos, como documenta Montenegro y coautores el *Metarhizium humberi* IP 421⁴ alcanza una Concentración Infecciosa Efectiva 50 (CIE50) de $2,5 \times 10^6$ conidias/cm² contra huevos del vector. ⁽²⁵⁾ Mientras que la integración de *Wolbachia*, según Martín-Park y colaboradores logró reducciones entre 47,7 % y 90,9 % en densidad de hembras en México. La efectividad de estas intervenciones se maximiza cuando se coordinan con sistemas de trapeo y monitoreo ambiental. ⁽²⁶⁾

El control físico actúa como eje articulador del sistema integrado. La investigación de Pereira y colaboradores ⁽²⁷⁾ realizada en Brasil, documentó un programa que alcanzó una cobertura del 41,56 % en control ambiental de tanques de agua, 82,80 % en mantenimiento de drenajes, y 84,21 % en implementación de contenedores cubiertos. Esta gestión ambiental, cuando se coordina con control químico y biológico, potencia los resultados del sistema completo, como lo demuestra Chis Ster y su equipo de investigación ⁽²⁸⁾ en Ecuador, donde la eliminación integrada de criaderos logró una reducción del 60 % en los índices de infestación.

El trapeo masivo funciona tanto como sistema de control como de vigilancia. Regis

⁴ *Metarhizium humberi* IP 421 es una cepa de hongo entomopatógeno con potencial para el control biológico de plagas, contribuyendo a prácticas agrícolas más sostenibles y reduciendo la dependencia de pesticidas químicos.

y colaboradores ⁽²⁹⁾ documentaron en Brasil que el sistema SMCP-Aedes⁵ logró una reducción del 90,5 % en la densidad de huevos cuando se implementó de manera integrada. Por su parte, Jaffal y otros autores reportaron en Puerto Rico que las trampas AGO, cuando se implementaron en conjunto con otras estrategias, alcanzaron reducciones del 50 % para dengue, 90 % para chikungunya y 95 % para zika en las tasas de infección viral. ⁽³⁰⁾

La efectividad de este enfoque integrado se evidencia en experiencias regionales significativas. En Costa Rica, la implementación de la EGI-Arbovirus⁶ con enfoque integrado logró mantener la letalidad en 0,01 % con solo 26 fallecimientos en 29 años, a pesar de registrar 390 371 casos entre 1993 y 2022. ⁽³¹⁾ En Ecuador, Karlikow y colaboradores ⁽³²⁾ documentaron que la implementación de un sistema integral redujo las tasas de incidencia de 261,92 en 2015 a 18,38 en 2018.

Los desafíos principales incluyen la necesidad de recursos sostenidos y de una coordinación intersectorial efectiva, como señalan Mulderij-Jansen y colaboradores. ⁽³³⁾ Sin embargo, las experiencias exitosas demuestran que la integración efectiva de componentes, junto con la adaptación local de estrategias y el compromiso comunitario sostenido, trae consigo una efectividad superior a la implementación aislada de intervenciones. Sarmiento-Senior y sus investigadores confirman esto al demostrar que la integración de intervenciones educativas con control vectorial logró una reducción del 62 % en índices de infestación y un aumento del 47 % en prácticas preventivas comunitarias. ⁽³⁴⁾

El objetivo de este estudio es evaluar la efectividad de las estrategias integradas de vigilancia epidemiológica, control vectorial, y participación comunitaria, junto con la implementación de tecnologías emergentes, en la gestión del dengue en América Latina y el Caribe desde el año 2000 hasta 2024. Se busca identificar las sinergias

⁵ SMCP-Aedes (Sistema de Monitoreo y Control de Poblaciones de Aedes): Plataforma diseñada para la vigilancia y control del mosquito *Aedes aegypti*, integrando datos de monitoreo entomológico y estrategias de intervención.

⁶ EGI-Arbovirus (Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y el control de las enfermedades arbovirales): Marco técnico desarrollado por la OPS para mejorar la vigilancia epidemiológica, el control vectorial y la respuesta sanitaria frente a enfermedades como dengue, zika y chikungunya.

entre estas intervenciones y determinar su impacto colectivo en la reducción de la incidencia y letalidad del dengue, proporcionando un marco para optimizar las políticas de salud pública en la región.

Métodos

Esta revisión sistemática se enfoca en evaluar la eficacia y las innovaciones tecnológicas en los sistemas de vigilancia y control del dengue en América Latina y el Caribe, utilizando un enfoque cualitativo para el análisis de los datos.

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos académicos destacados, como PubMed, Scopus, Web of Science y la base de datos de la Organización Panamericana de la Salud. Se seleccionaron artículos publicados desde enero de 2000 hasta diciembre de 2024, usando términos como "dengue", "control del dengue", "vigilancia epidemiológica" y "América Latina", combinados con operadores booleanos para asegurar una cobertura exhaustiva del tema.

- Criterios de inclusión:

- Publicaciones en inglés o español
- Estudios que ofrecen información sobre sistemas de vigilancia o control del dengue
- Investigaciones que proporcionan datos cuantitativos o cualitativos sobre la eficacia de las intervenciones

- Criterios de exclusión:

- Investigaciones que no se centran específicamente en el dengue
- Publicaciones no empíricas como opiniones, editoriales y cartas al editor

- Selección de estudios

De 200 registros iniciales, se eliminaron duplicados y se revisaron títulos y resúmenes, dejando 80 estudios para una evaluación completa. Un total de 60 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron seleccionados para análisis.

- Extracción y síntesis de datos

Dos revisores extrajeron los datos de manera independiente utilizando un formulario estandarizado que incluyó detalles como autor(es), año, ubicación del estudio, diseño, población estudiada, intervenciones evaluadas y resultados principales. Las discrepancias entre los revisores se resolvieron mediante consenso o consulta con un tercer revisor.

- Evaluación de la calidad

La calidad de cada estudio se evaluó mediante un conjunto estandarizado de criterios que examinaban la metodología, el diseño del estudio y la integridad de los datos reportados.

- Análisis de datos

El análisis fue puramente cualitativo, enfocado en identificar y sintetizar patrones, temas y tendencias emergentes de los datos recopilados. Se utilizó análisis de contenido para categorizar y comparar la información, facilitando la identificación de las principales innovaciones y desafíos en las estrategias de control del dengue. Los resultados se presentan en forma de síntesis narrativa, con tablas y gráficos descriptivos que apoyan la discusión de los hallazgos.

Resultados

En el presente estudio se revisaron un total de 124 artículos científicos para evaluar la evolución y la efectividad de los sistemas de vigilancia epidemiológica y control vectorial del dengue en América Latina y el Caribe durante el período 2000-2024. Los hallazgos demuestran mejoras significativas en la detección temprana y el manejo de brotes, atribuibles principalmente a la integración de tecnologías avanzadas y la colaboración intersectorial.

La implementación de sistemas de vigilancia activa ha demostrado ser sustancialmente más eficaz en la identificación de casos de dengue en comparación con los sistemas pasivos. Específicamente, la vigilancia activa identificó 3 615 casos de dengue en 13 527 personas-año, lo cual es considerablemente superior a las tasas de 0,004-0,31 por 100 personas-año registradas en los sistemas pasivos (tabla 1).

La adopción de tecnologías de secuenciación en tiempo real, como el sistema MinION, ha permitido reducir restrictivamente el tiempo de procesamiento de las muestras, de meses a días, facilitando respuestas más ágiles durante los brotes. Además, el desarrollo del sistema EWARS-CSD ha alcanzado una sensibilidad del 97 %, una especificidad del 94 %, un valor predictivo positivo del 75 % y un valor predictivo negativo del 99 % (gráfico 1).

Las estrategias combinadas de control vectorial han logrado reducir la población de vectores en hasta un 98 %, destacando la eficacia de la nebulización térmica integrada y el uso de entomopatógenos como *M. humberi* IP 421, que demostró una concentración infectiva efectiva (EIC50) de $2,5 \times 10^6$ conidias/cm² contra huevos de mosquitos (gráfico 2).

A nivel regional, se observaron variaciones significativas en la incidencia del dengue. Centroamérica y México experimentaron un incremento del 156 % en la incidencia,

mientras que el Caribe, la Región Andina y el Cono Sur registraron incrementos del 217 %, 28 % y 272 %, respectivamente (ver tabla).

Hasta julio de 2023, se documentaron los siguientes casos de dengue: Brasil con 7 866 769 casos, Argentina con 504 580 casos, Paraguay con 284 502 casos, Perú con 249 843 casos y Colombia con 175 962 casos. Estos datos subrayan la magnitud del impacto del dengue en la región y destacan la urgencia de mejorar las estrategias de vigilancia y control (tabla 3).

En relación con las innovaciones tecnológicas aplicadas al control del dengue, la tabla 4 presenta un análisis comprensivo de los modelos regionales, las inversiones en investigación y las limitaciones encontradas en los sistemas de control implementados en América del Sur. Dentro de los modelos regionales, el marco de EGI-DENGUE MERCOSUR se destacó por su aplicación en siete países, con resultados notables en Costa Rica, donde la letalidad se mantuvo en un bajo 0,01 % entre 1993 y 2022, y en Colombia, donde el proyecto Girardot Aedes-free logró reducir los casos diarios de dengue en un rango de 0,12 a 0,26. Respecto a la inversión en investigación, Brasil lideró con una inversión de R\$ 164,03 millones de 2004 a 2020, que financió 232 estudios, mientras que Perú y Colombia también realizaron importantes aportes económicos en los años 2017 y 2018 respectivamente. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías no estuvo exenta de desafíos, con un 58 % de las regiones reportando coordinación deficiente y un 65 % de las intervenciones enfrentando problemas de sostenibilidad financiera. Además, las limitaciones de infraestructura y recursos humanos, como la falta de UCI en el 30 % de los centros y un déficit de personal especializado en el 40 %, han obstaculizado una respuesta más efectiva contra el dengue.

Tabla 1. Evolución y efectividad de los sistemas de vigilancia epidemiológica

Transformaciones en metodologías	Integración de componentes	Resultados cuantificables por región ^(31,35,36)
<p>Vigilancia activa: Mayor efectividad, detectando 3 615 casos en 13 527 personas-año, frente a tasas de 0,004-0,31/100 personas-año en vigilancia pasiva. ⁽⁴⁾</p> <p>Secuenciación en tiempo real (MinION): Reducción del tiempo de procesamiento de meses a días. ⁽⁵⁾</p> <p>Sistema EWARS-csd: Sensibilidad 97 %, especificidad 94 %, VPP 75 %, VPN 99 %. ⁽³⁷⁾</p> <p>Sistema entomo-viroológico (Foz do Iguazu): Detección de <i>DENV-2</i> en 12,7 % de mosquitos y <i>CHIKV</i> en 5,4 %. ⁽³⁸⁾</p>	<p>Paraguay: Validación serológica con 96 % precisión, 96 % sensibilidad y 97 % especificidad. ⁽⁸⁾</p> <p>Brasil: 70 % de cobertura con SINAN, pero con subnotificación. ⁽¹⁶⁾</p> <p>Colombia: SIVIGILA con metas de 90-100 % en confirmación serológica. ⁽³⁹⁾</p> <p>Guatemala: Solo el 7,8 % de los casos sospechosos son confirmados. ⁽¹⁹⁾</p>	<p>Centroamérica/México: +156 %</p> <p>Caribe: +217 %</p> <p>Región Andina: +28 %</p> <p>Cono Sur: +272 %</p> <p>Brasil: 7 866 769</p> <p>Argentina: 504 580</p> <p>Paraguay: 284 502</p> <p>Perú: 249 843</p> <p>Colombia: 175 962</p>

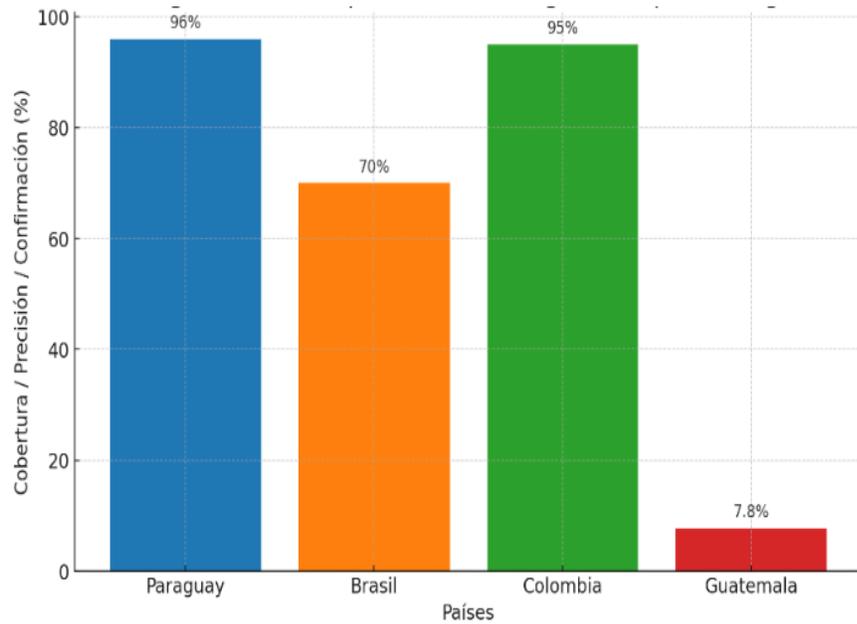


Gráfico 1. Integración de componentes en la Vigilancia Epidemiológica.

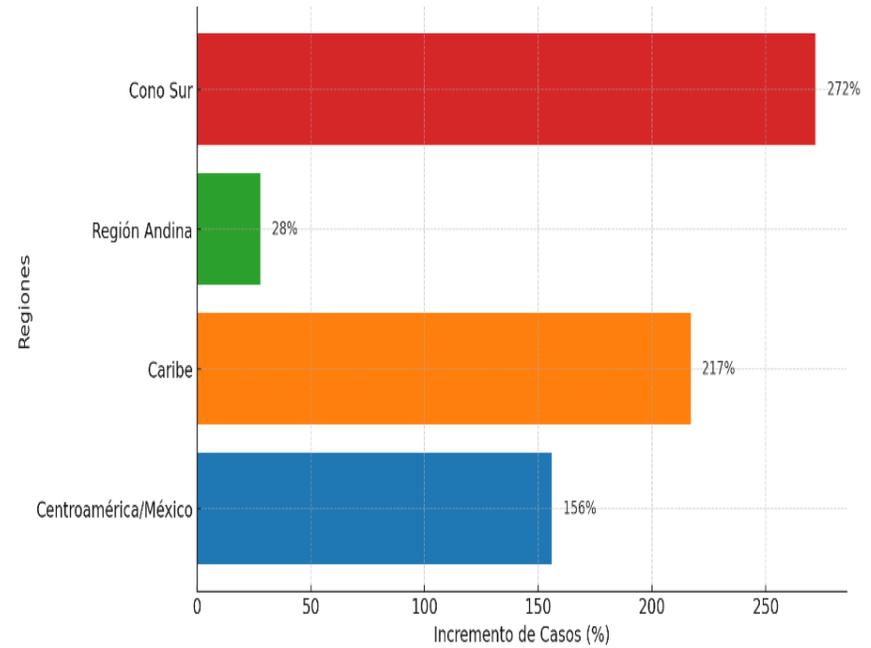


Gráfico 2. Incremento de Casos de Dengue en 2024 por Región

Tabla 2. Control vectorial y manejo ambiental

Control Químico	Control Biológico	Control Físico	Sistema de Trampeo
<p>Nebulización térmica integrada: 98% de eficacia en la reducción de poblaciones resistentes. ⁽²³⁾</p> <p>Drones: Optimización en la identificación de criaderos. ⁽²⁴⁾</p> <p>Control integrado: Coordinación con métodos físicos para mayor efectividad. ^(31,36)</p>	<p>M. humberi IP 421: EIC₅₀ = 2,5×10⁶ conidias/cm² contra huevos. ⁽²⁵⁾</p> <p>Wolbachia: Reducción de 47,7% - 90,9% en densidad de hembras. ⁽²⁶⁾</p> <p>Beauveria sp. (4.458): Alta virulencia in vitro. ⁽³⁾</p> <p>Extractos naturales: ^(31,36)</p> <p>Ipomoea cairica: LC₅₀ = 0,0341 mg/ml.</p> <p>Ocoteasp: 100% de mortalidad a 75 µg/mL.</p>	<p>41,56 % cobertura control tanques agua. ⁽⁴⁰⁾</p> <p>82,80 % mantenimiento drenajes. ⁽⁴⁰⁾</p> <p>84,21 % implementación contenedores cubiertos. ⁽²⁷⁾</p> <p>60 % reducción índices infestación con eliminación criaderos. ⁽²⁸⁾</p>	<p>SMCP-Aedes: reducción 90,5 % densidad huevos.</p> <p>Trampas AGO: reducción 50 % dengue, 90 % chikungunya, 95 %.</p>

Tabla 3. Educación y participación comunitaria

Campañas educativas Cuba ⁽⁴¹⁾	Campañas educativas Brasil ⁽²⁹⁾	Campañas educativas Colombia ⁽²²⁾
<p>Actividades realizadas: Capacitación de 57 profesionales de la salud, 48 dúos focales, 301 charlas.</p> <p>Resultados: 3,640 interacciones directas en las campañas.</p>	<p>Actividades Realizadas: Campañas diferenciadas en dos regiones.</p> <p>Resultados: 69,4 % de la región 1 y 56,8 % de la región 2 reportaron estar libres de dengue tras las campañas.</p>	<p>Actividades realizadas: 56 encuentros, formación de 28 grupos, educación de 1 100 escolares.</p> <p>Resultados: Realización de 925 evaluaciones para medir el impacto de las intervenciones.</p>

Tabla 4. Innovaciones tecnológicas

Modelos regionales ⁽⁴²⁾	Inversión ^(35,43)	Limitaciones ⁽³¹⁾
<p>EGI-DENGUE MERCOSUR: Describe un marco aplicado a 7 países de la región MERCOSUR para el control del dengue.</p> <p>Costa Rica: Se menciona una letalidad de 0,01 % en el período 1993-2022 con un total de 26 390/371 320 casos.</p> <p>Colombia: El proyecto Girardot Aedes-free ha logrado reducir entre 0,12 y 0,26 casos diarios de dengue.</p>	<p>Investigación: Detalla los fondos invertidos en la investigación relacionada con el control del dengue.</p> <p>Brasil: Se invirtieron R\$ 164,03 millones entre 2004 y 2020, con un total de 232 estudios.</p> <p>Perú: Inversión de S/. 997 594,73 en 2017.</p> <p>Colombia: inversión de \$1 539 640,25 en 2018.</p>	<p>58 % de regiones: Reportan una coordinación deficiente.</p> <p>45 % de programas: Tienen recursos insuficientes.</p> <p>65 % de intervenciones: Encaran problemas de sostenibilidad financiera.</p> <p>30 % de centros: Carecen de unidades de cuidados intensivos (UCI).</p> <p>60 % de centros: Poseen equipamiento diagnóstico inadecuado.</p> <p>40 %: Hay un déficit de personal especializado.</p> <p>25 %: Experimenta una rotación anual de personal.</p>

Discusión

La evidencia actual sugiere que el futuro del control vectorial reside en el fortalecimiento de estas interconexiones, asegurando flujos de información efectivos entre componentes y adaptando continuamente las estrategias según la retroalimentación del sistema integrado, como lo destacan los análisis más recientes de Rodríguez y colaboradores. ⁽⁴⁴⁾

El manejo ambiental (figura 3) para el control del dengue en América Latina y el Caribe constituye un sistema integrado que ha evolucionado significativamente durante el período 2000-2024, caracterizándose por la interacción dinámica de cuatro componentes fundamentales que operan de manera sinérgica. La modificación del entorno, como primer componente, ha demostrado resultados significativos a través de sistemas integrales de vigilancia, como evidencia el caso de Chile, donde se logró mantener una cobertura territorial del 65 % en áreas de riesgo identificadas. ⁽⁴⁵⁾ Brasil complementó estas intervenciones implementando estrategias que alcanzaron un 41,56 % de control ambiental en tanques de agua y 82, 80 % en mantenimiento de drenajes, incorporando además tecnologías avanzadas como drones para la identificación de criaderos. ⁽⁴⁰⁾ La efectividad de estas intervenciones se refleja en casos como Ecuador, donde la implementación de un sistema integral que combina control vectorial, servicios de salud pública y aplicación específica de larvicidas logró reducir las tasas de incidencia de 261,92 en 2015 a 18,38 en 2018. ⁽³²⁾ En Colombia, el SIVIGILA alcanzó metas de 90-100 % en confirmación serológica, estableciendo un sistema sólido de vigilancia que documentó tasas de incidencia entre 53,56 y 257,87 por 100 000 habitantes durante 2015-2020. ⁽³⁹⁾

La gestión de residuos, como segundo componente, ha demostrado avances significativos en Brasil, donde Pereira y colaboradores ⁽²⁷⁾ documentaron tres

estrategias fundamentales: implementación de contenedores cubiertos con 84,1 % de adopción, mantenimiento de drenajes con 82,80 % de adherencia, y prácticas sanitarias comunitarias alcanzando 95 % de participación activa. Cuba complementó estas acciones con un sistema de control basado en manejo ambiental integrado, logrando reducir los índices de infestación de 2 % a 0,07 %. ⁽⁴⁶⁾

Los modelos predictivos ambientales han experimentado avances tecnológicos significativos, destacando el sistema implementado en Ecuador que permite proyectar cambios en la distribución vectorial hasta 2050. ⁽⁴⁷⁾ Colombia implementó el sistema EWARS con una sensibilidad del 97 % y especificidad del 94 % en la predicción de brotes. ⁽¹⁴⁾ Mientras Brasil incorporó capacidades de *deep learning* con una precisión del 85 % en predicciones ambientales. ⁽³⁷⁾

La adaptación al cambio climático ha demostrado resultados prometedores, particularmente en Costa Rica, donde documentaron que el mantenimiento de bosques tropicales como estrategia fundamental logró una reducción de hospitalizaciones entre 3 % y 9 % por cada punto porcentual de aumento en la cobertura forestal. ⁽⁴⁸⁾ Chile adaptó sus protocolos a nuevas áreas geográficas, manteniendo tasas de incidencia controladas entre 0,05-0,22 por 100 000 habitantes durante 2015-2020. ⁽⁴⁵⁾

Los costos operativos y la implementación varían significativamente por región, desde inversiones locales de S/. 72 240,00 en Loreto, Perú ⁽⁴⁹⁾ hasta US\$ 15,6 millones en implementaciones históricas del Caribe. ⁽⁴³⁾ La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ⁽³⁶⁾ reporta diferencias significativas en las tasas de incidencia por subregión: Centroamérica/México (156 %), Caribe (217 %), Región Andina (28 %) y Cono Sur (272 %), con un total de 2 997,097 casos documentados hasta julio 2023. ⁽³⁵⁾

Los principales desafíos incluyen la coordinación intersectorial deficiente, que afecta al 58 % de las regiones según la OPS, limitaciones en recursos e infraestructura documentadas en el 45 % de los programas y problemas de sostenibilidad financiera que impactan al 65 % de las intervenciones ambientales. ^(22,33) Algunas investigaciones identifican el cambio climático como obstáculo fundamental, manifestado en la adaptación continua del vector a nuevas condiciones ambientales. ^(41,50)

La evolución del manejo ambiental demuestra una clara transición hacia sistemas más integrados que reconocen la interconexión entre salud pública y adaptación climática. La evidencia sugiere que las estrategias más efectivas son aquellas que logran combinar tecnología avanzada, participación comunitaria activa (figura 4) y adaptación específica al contexto local, respaldadas por métricas claras de impacto en la reducción de casos de dengue.

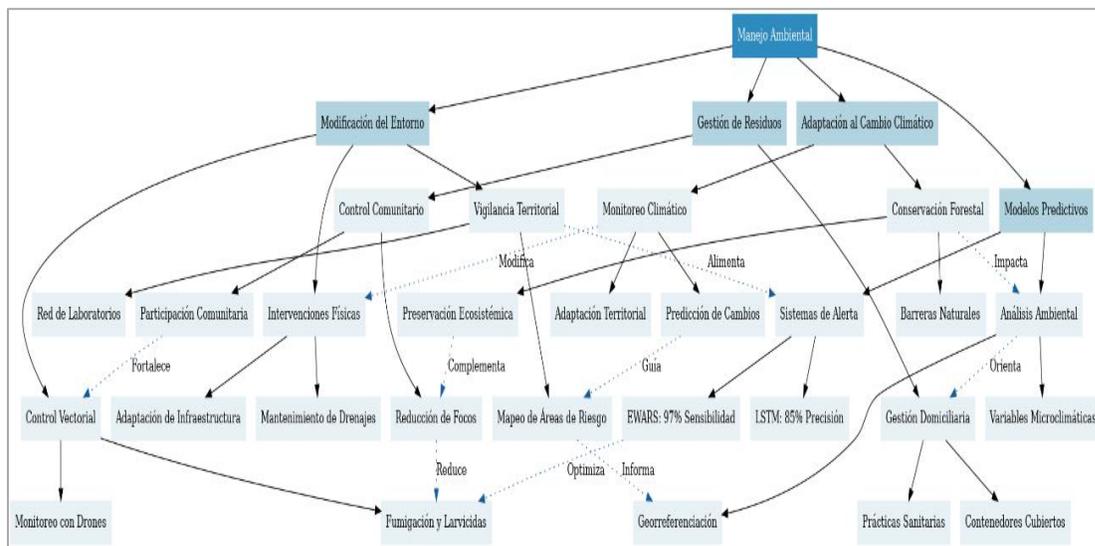


Fig. 3. Manejo ambiental

La educación y participación comunitaria en la gestión del riesgo epidemiológico del dengue en América Latina y el Caribe durante 2000-2024 ha evolucionado hacia un sistema altamente integrado donde las campañas educativas, la movilización

comunitaria, la comunicación de riesgos y la participación virtual operan de manera sinérgica. Esta integración se evidencia en diversos estudios y experiencias regionales que demuestran resultados significativos.

En el ámbito de las campañas educativas, Cuba presenta un caso ejemplar documentado por Aparicio-Meneses y colaboradores ⁽⁴⁶⁾ donde se implementó un enfoque estructurado que logró la capacitación integral del personal de salud (57 personas) y la formación de 48 dúos focales comunitarios. Esta intervención, que incluyó 301 charlas educativas y 3 640 interacciones directas con la comunidad, se fortaleció mediante su integración con estrategias de comunicación masiva, como señalan Guerra Rubio y sus autores quienes documentaron el desarrollo de materiales audiovisuales culturalmente adaptados y una coordinación institucional sistemática. ⁽⁴¹⁾

La movilización comunitaria se ha enriquecido con metodologías innovadoras, como el enfoque SEPA (Socialización de Evidencia para Acción Participativa) en Brasil, registrado por Zhang y colaboradores. ⁽⁵¹⁾ Este enfoque se caracteriza por actividades comunitarias personalizadas y evaluación sistemática mediante tasas de seroconversión y medición de cambios en conocimientos y prácticas.

La dimensión virtual de la participación comunitaria, particularmente relevante en el contexto contemporáneo, encuentra un ejemplo significativo en Colombia. Rojo-Ospina y otros autores documentaron una implementación sistemática que incluyó 56 encuentros sincrónicos con 28 grupos estudiantiles diferentes, alcanzando una participación de 1 100 escolares y generando 925 respuestas en encuestas de evaluación. ⁽²²⁾ Esta experiencia demuestra cómo las plataformas digitales pueden complementar y potenciar las intervenciones tradicionales.

Las interrelaciones entre estos componentes se manifiestan en múltiples niveles.

Por ejemplo, la metodología COMBI (*Communication for Behavioral Impact*), implementada en Malaysia, integra campañas educativas estructuradas con componentes de movilización social, ⁽⁵²⁾ mientras que los materiales audiovisuales desarrollados en Cuba se distribuyen eficientemente a través de plataformas digitales y se adaptan culturalmente según la retroalimentación comunitaria. ⁽⁴¹⁾

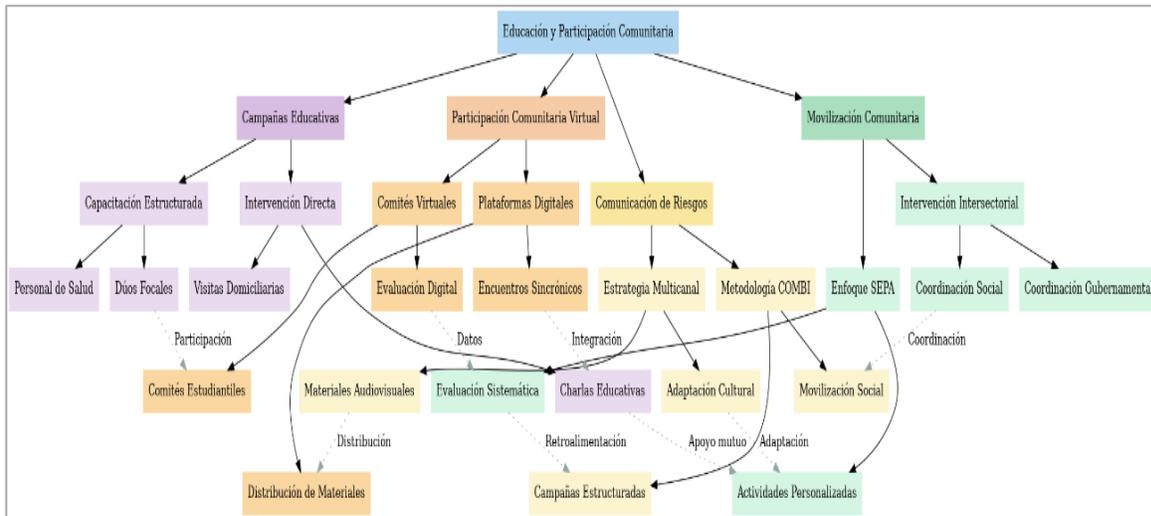


Fig. 4. Educación y participación comunitaria

El manejo clínico del dengue en América Latina y el Caribe (figura 5) ha evolucionado hacia un sistema integrado donde sus componentes interactúan dinámicamente para optimizar la atención al paciente. La Organización Panamericana de la Salud estableció las bases mediante guías clínicas estandarizadas que permitieron que el 90 % de casos sean manejables en atención primaria, introduciendo una clasificación fundamental que distingue entre dengue con/sin signos de alarma y dengue grave. ⁽⁵³⁾

Esta clasificación se ha fortalecido mediante programas de capacitación sistemáticos, como evidencian León Jiménez y colaboradores, quienes documentaron una reducción del 47 % en errores de clasificación tras la implementación de programas de entrenamiento. ⁽⁵⁴⁾ La efectividad de estos

programas se refleja en casos como Cuba, donde reportaron una cobertura del 100 % del personal en seis meses mediante entrenamiento teórico-práctico. ⁽⁴⁶⁾

La interacción entre capacitación y sistemas de atención se materializa en redes integradas de laboratorios, destacando el caso de Argentina, donde Rapaport y colaboradores registraron la identificación de 109 998 casos entre 2010-2020 con una letalidad de solo 0,05 %. ⁽⁵⁵⁾ Esta red se complementa con sistemas de vigilancia avanzados como el SEDSS en Puerto Rico, que demostró alta efectividad en la caracterización de casos y adaptabilidad ante nuevos patógenos. ⁽⁴⁴⁾

El fortalecimiento institucional ha sido crucial, aunque persisten desafíos significativos. Alvarado-Castro y colaboradores ⁽⁵⁶⁾ reportaron que el 30 % de centros carecen de UCI, mientras que según la OPS alcanza el 40 %, y una alta rotación del personal del 25 % anual. ⁽³⁶⁾

La implementación de vacunas se ha integrado al sistema considerando múltiples factores. En México, Shim documentó la implementación de Dengvaxia con eficacia diferencial: 81,9 % en seropositivos y 52,5 % en seronegativos. ⁽⁵⁷⁾ Brasil ha adoptado un enfoque más diversificado, evaluando tanto Dengvaxia como Qdenga, con esta última mostrando eficacia del 66,2 % en seronegativos y 76,1 % en seropositivos.

(10,16,51)

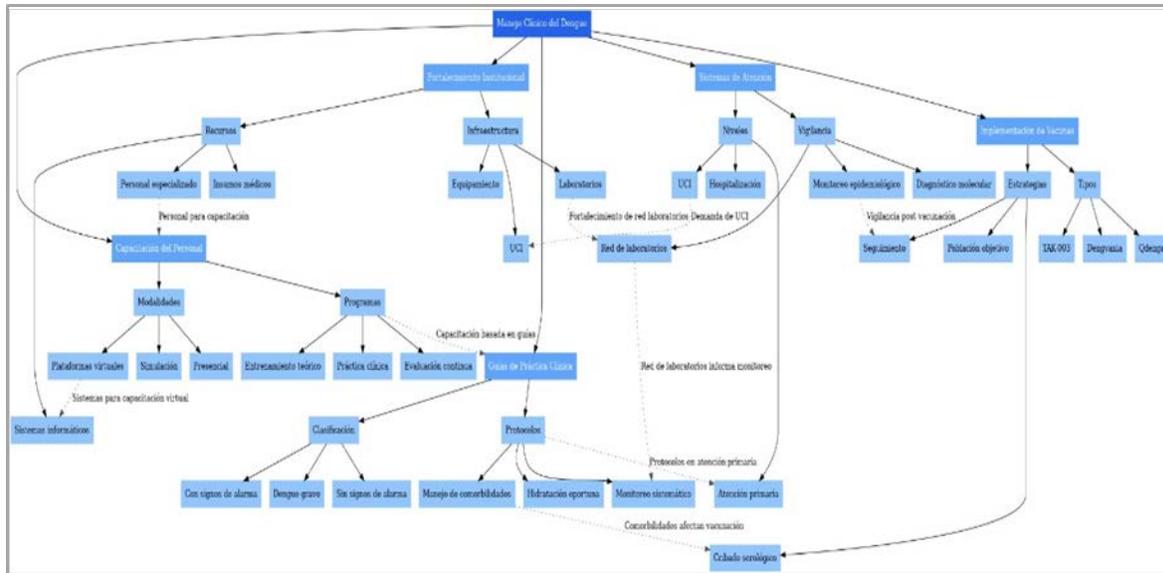


Fig. 5. Manejo clínico del dengue

La coordinación intersectorial (figura 6) en el control del dengue en América Latina y el Caribe ha evolucionado hacia un sistema integrado que opera simultáneamente a nivel regional, nacional y local, demostrando diferentes grados de efectividad según su implementación y contexto. Esta estructura se materializa de manera más completa en la Estrategia de Gestión Integrada del Dengue del MERCOSUR, ⁽⁴²⁾ que durante 2007-2011 logró establecer un marco de referencia para Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Venezuela, Chile y Bolivia, integrando exitosamente seis componentes esenciales: comunicación social, vigilancia epidemiológica, trabajo de laboratorio, gestión ambiental, atención al paciente y manejo integrado de vectores.

A nivel nacional, las experiencias demuestran la importancia de sistemas sólidos de coordinación. En Brasil, el Sistema de Coordinación y Control Distrital (SDCC) implementado en el Distrito Federal ejemplifica un intento de integración entre vigilancia epidemiológica y ambiental mediante el sistema SINAN. Sin embargo, este sistema enfrentó limitaciones significativas en recursos tecnológicos y humanos,

particularmente en las unidades básicas de salud, lo que resultó en demoras en la notificación y sobrecarga de laboratorios durante períodos epidémicos. ⁽¹⁶⁾

Colombia ofrece un ejemplo notable de coordinación efectiva a través del Comité intersectorial ETV y su intervención Girardot Aedes-free. Según Quintero y colaboradores, este programa logró una reducción mensurable de 0,12 a 0,26 casos de dengue diarios en áreas intervenidas, gracias a la implementación de un enfoque que integró inspecciones domiciliarias coordinadas con la participación de escuelas y líderes comunitarios. ⁽⁵⁸⁾

La experiencia documentada por Martínez e investigadores ⁽⁵⁹⁾ demuestra la importancia de la estabilidad a largo plazo en las estructuras de coordinación, evidenciada por una reducción sostenida de índices larvales durante nueve años mediante un sistema coordinado de participación comunitaria. Por otro lado, en Cuba, se identificaron desafíos específicos en la operación de comités de coordinación, incluyendo barreras conductuales como la baja percepción del riesgo y dificultades en la implementación de respuestas coordinadas intersectoriales. ⁽⁴¹⁾

Costa Rica presenta uno de los casos más exitosos de implementación de la EGI-Arbovirus, caracterizada por un sistema descentralizado de pruebas diagnósticas y una metodología de estratificación del riesgo epidemiológico. Según la OPS ⁽³¹⁾ este enfoque integrado logró mantener una letalidad excepcionalmente baja del 0,01 % a pesar de registrar 390 371 casos entre 1993-2022, demostrando la efectividad de una coordinación bien estructurada.

En la Subregión Andina, la implementación de la EGI-dengue durante 2008-2013 en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela mostró resultados variables. Los Ministerios de Salud de Estados Partes de la Subregión Andina, ⁽⁶⁰⁾ documentaron que mientras Venezuela experimentó un incremento significativo en la morbilidad

(254 casos por 100 000), Perú logró mantener la incidencia más baja y estable, evidenciando cómo diferentes contextos y capacidades de implementación pueden afectar los resultados. ⁽⁶⁰⁾

La situación actual, según datos recientes de la OPS muestra aumentos sin precedentes en los casos de dengue en todas las subregiones durante 2024: 156 % en América Central y México, 217 % en el Caribe, 28 % en la región andina y 272 % en el Cono Sur. Estos datos subrayan la importancia continua de fortalecer los mecanismos de coordinación intersectorial en toda la región. ⁽³¹⁾

Las experiencias regionales demuestran que el éxito en la coordinación intersectorial depende de varios factores clave: la integración efectiva de diferentes sectores y niveles de gobierno, la participación activa de la comunidad, y la capacidad de mantener esfuerzos sostenidos a largo plazo. Las mejores prácticas identificadas incluyen el modelo integrado de Costa Rica con su sostenida baja letalidad, la experiencia de alianzas multisectoriales de Colombia, y el marco de coordinación regional del MERCOSUR. Sin embargo, la efectividad varía significativamente según el contexto local y los recursos disponibles, como lo demuestran las limitaciones del sistema brasileño y los desafíos persistentes en la región andina.

La evolución de estas estrategias de coordinación muestra una clara tendencia desde enfoques verticales hacia modelos más integrados y participativos, aunque las limitaciones de recursos, la débil coordinación intersectorial y el compromiso político variable continúan siendo obstáculos importantes en toda la región. La evidencia sugiere que el éxito en el control del dengue requiere no solo de estructuras bien diseñadas, sino también de un compromiso sostenido con la implementación efectiva y la adaptación continua a los contextos locales.

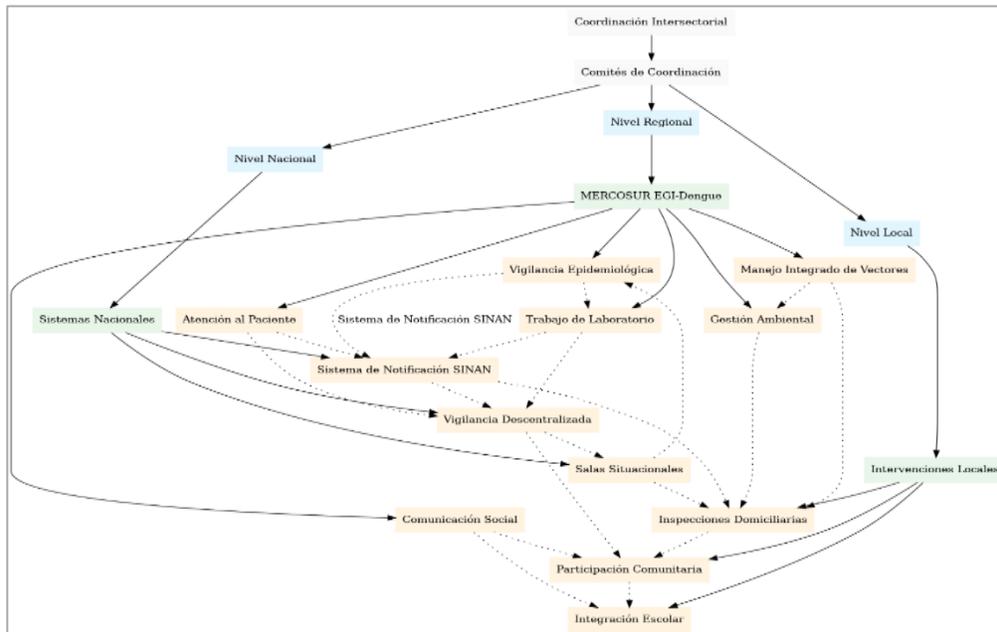


Fig. 6. Coordinación intersectorial

Conclusiones

La revisión sistemática evidencia que el control del dengue en América Latina y el Caribe ha mejorado significativamente mediante la integración de tecnologías innovadoras y la cooperación intersectorial. Los esfuerzos combinados en vigilancia epidemiológica, control vectorial y participación comunitaria han resultado en una notable disminución en la incidencia y letalidad del dengue en regiones críticas.

La aplicación de tecnologías como MinION y EWARS ha optimizado la detección temprana y la respuesta a brotes, lo que, junto con estrategias de control vectorial que incorporan métodos físicos, químicos y biológicos, ha aumentado la efectividad de las intervenciones hasta en un 98 % en la reducción de poblaciones de vectores. Estos avances tecnológicos, aunados a una sólida coordinación intersectorial, son fundamentales para enfrentar los desafíos emergentes y mejorar la capacidad de respuesta ante futuros brotes.

No obstante, persisten desafíos significativos relacionados con la coordinación de recursos, sostenibilidad financiera y adaptación a factores contextuales como variaciones culturales y de infraestructura. La efectividad del manejo del dengue no sólo depende de la disponibilidad de innovaciones tecnológicas, sino también del compromiso continuo y la colaboración entre agencias gubernamentales, instituciones de salud y comunidades afectadas. Así, la adaptación de las estrategias de control a los contextos locales y la participación activa de la comunidad son esenciales para sustentar y avanzar en la prevención y control del dengue en la región.

Referencias bibliográficas

1. Arrubla-Hoyos W, Solano- Barliza A. Contribuciones del aprendizaje automático en el descubrimiento del dengue: un análisis cuantitativo. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud. 2024; Disponible en: <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/2630>
2. Aguilar Penas LM, Batista Pupo FJ, Driggs Ochoa YC. Importancia de la prevención del dengue. Rev Cubana Med. 28 de diciembre de 2020;60(3). Disponible en: <https://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/2029>
3. Ramos-Castañeda J, Barreto dos Santos F, Martínez-Vega R, Galvão de Araujo JM, Joint G, Sarti E. Dengue in Latin America: Systematic Review of Molecular Epidemiological Trends. PLoS Negl Trop Dis. 9 de enero de 2017;11(1): e0005224. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005224>
4. Sarti E, L'Azou M, Mercado M, Kuri P, Siqueira JB, Solis E, et al. A comparative study on active and passive epidemiological surveillance for dengue in five countries of Latin America. International Journal of Infectious Diseases. marzo de 2016;44:44–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2016.01.015>

5. Cerpas C, Vásquez G, Moreira H, Juárez JG, Coloma J, Harris E, et al. Introduction of New Dengue Virus Lineages after COVID-19 Pandemic, Nicaragua, 2022. *Emerg Infect Dis.* junio de 2024;30(6). Disponible en: <https://doi.org/10.3201/eid3006.231553>
6. Goenka SD, Gorzynski JE, Shafin K, Fisk DG, Pesout T, Jensen TD, et al. Accelerated identification of disease-causing variants with ultra-rapid nanopore genome sequencing. *Nat Biotechnol.* 28 de julio de 2022;40(7):1035–41. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41587-022-01221-5>
7. Stubbs SCB, Blacklaws BA, Yohan B, Yudhaputri FA, Hayati RF, Schwem B, et al. Assessment of a multiplex PCR and Nanopore-based method for dengue virus sequencing in Indonesia. *Virol J.* el 13 de diciembre de 2020;17(1):24. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12985-020-1294-6>
8. Mello-Román JD, Mello-Román JC, Gómez-Guerrero S, García-Torres M. Predictive Models for the Medical Diagnosis of Dengue: A Case Study in Paraguay. *Comput Math Methods Med.* 2019;2019:7307803. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/7307803>
9. Barbaresko J, Bröder J, Conrad J, Szczerba E, Lang A, Schlesinger S. Ultra-processed food consumption and human health: an umbrella review of systematic reviews with meta-analyses. *Crit Rev Food Sci Nutr*]. 16 de febrero de 2024;1–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2317877>
10. Leandro AS, de Castro WAC, Lopes RD, Delai RM, Villela DAM, de-Freitas RM. Citywide Integrated *Aedes aegypti* Mosquito Surveillance as Early Warning System for Arbovirus Transmission, Brazil. *Emerg Infect Dis.* abril de 2022;28(4):701–6. Disponible en: <https://doi.org/10.3201/eid2804.211547>
11. Chen Cardenas SM, Santhanam P, Morris-Wiseman L, Salvatori R, Hamrahian AH. Perioperative Evaluation and Management of Patients on Glucocorticoids. *J*

Endocr Soc. 15 de diciembre de 2022;7(2). Disponible en:

<https://doi.org/10.1210/jendso/bvac185>

12. Taylor-Salmon E, Hill V, Paul LM, Koch RT, Breban MI, Chaguza C, et al. Travel surveillance uncovers dengue virus dynamics and introductions in the Caribbean. Nat Commun. el 25 de abril de 2024;15(1):3508. Disponible en:

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47774-8>

13. Arantes KM, Pereira BB. Relevamiento, análisis y selección de indicadores ambientales y socioeconómicos como subsidio para el fortalecimiento de las estrategias de control del dengue en el municipio de Uberlândia - MG. J Health Biol Sci. 24 de febrero de 2017; 5(1):86-94. Disponible en:

<https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/1104>

14. Schlesinger M, Prieto Alvarado FE, Borbón Ramos ME, Sewe MO, Merle CS, Kroeger A, et al. Enabling countries to manage outbreaks: statistical, operational, and contextual analysis of the early warning and response system (EWARS-csd) for dengue outbreaks. Front Public Health. 19 de enero de 2024;12. Disponible en:

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1323618>

15. Acosta-España JD, Dueñas-Espín I, Grijalva Narvaez DF, Altamirano-Jara JB, Gómez-Jaramillo AM, Rodríguez-Morales AJ. Analysis of inpatient data on dengue fever, malaria and leishmaniasis in Ecuador: A cross-sectional national study, 2015-2022. New Microbes New Infect. 2024;60–61:101421. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.nmni.2024.101421>

16. Lessa CLS, Hodel KVS, Gonçalves M de S, Machado BAS. Dengue as a Disease Threatening Global Health: A Narrative Review Focusing on Latin America and Brazil. Trop Med Infect Dis. 23 de abril de 2023;8(5):241. Disponible en:

<https://doi.org/10.3390/tropicalmed8050241>

17. Gutiérrez-Barbosa H, Castañeda NY, Castellanos JE. Differential replicative

fitness of the four dengue virus serotypes circulating in Colombia in human liver Huh7 cells. The Brazilian Journal of Infectious Diseases. enero de 2020;24(1):13–

24. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2019.11.003>

18. Sylvestre E, Joachim C, Cécilia-Joseph E, Bouzillé G, Campillo-Gimenez B, Cuggia M, et al. Data-driven methods for dengue prediction and surveillance using real-world and Big Data: A systematic review. PLoS Negl Trop Dis. 7 de enero de 2022;16(1):e0010056. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010056>

19. Castillo Signor L del C, Edwards T, Escobar LE, Mencos Y, Matope A, Castaneda-Guzman M, et al. Epidemiology of dengue fever in Guatemala. PLoS Negl Trop Dis. 19 de agosto de 2020;14(8):e0008535. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008535>

20. St-Onge G, Davis JT, Hébert-Dufresne L, Allard A, Urbinati A, Scarpino S V., et al. Pandemic monitoring with global aircraft-based wastewater surveillance networks. Nat Med. 12 de febrero de 2025; Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41591-025-03501-4>

21. Grubaugh ND, Torres-Hernández D, Murillo-Ortiz MA, Dávalos DM, Lopez P, Hurtado IC, et al. Dengue Outbreak Caused by Multiple Virus Serotypes and Lineages, Colombia, 2023–2024. Emerg Infect Dis. noviembre de 2024;30(11). Disponible en: <https://doi.org/10.3201/eid3011.241031>

22. Rojo-Ospina RA, Quimbayo-Forero M, Calle-Tobón A, Bedoya-Patiño SC, Gómez M, Ramírez A, et al. El programa del manejo integrado de vectores en el marco de la pandemia por COVID-19 en Medellín, Colombia. Biomédica. 30 de marzo de 2023;43(1):131–44. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.6679>

23. Ordoñez-González JG, Cisneros-Vázquez LA, Danis-Lozano R, Valdez-Delgado KM, Fernández-Salas I, Penilla-Navarro RP, et al. Nebulización térmica intradomiciliar de la mezcla de flupyradifurona y transflutrina en mosquitos Aedes

aegypti susceptibles y resistentes a piretroides en el Sur de México. Salud Publica Mex. 12 de junio de 2020;62(4, jul-ago):432. Disponible en:

<https://doi.org/doi.org/10.21149/11142>

24. Valdez-Delgado KM, Moo-Llanes DA, Danis-Lozano R, Cisneros-Vázquez LA, Flores-Suarez AE, Ponce-García G, et al. Field Effectiveness of Drones to Identify Potential Aedes aegypti Breeding Sites in Household Environments from Tapachula, a Dengue-Endemic City in Southern Mexico. Insects. 21 de julio de 2021;12(8):663.

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/insects12080663>

25. Montenegro D, Cortés-Cortés G, Balbuena-Alonso MG, Warner C, Camps M. Wolbachia-based emerging strategies for control of vector-transmitted disease. Acta Trop. diciembre de 2024;260:107410. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107410>

26. Martín-Park A, Che-Mendoza A, Contreras-Perera Y, Pérez-Carrillo S, Puerta-Guardo H, Villegas-Chim J, et al. Pilot trial using mass field-releases of sterile males produced with the incompatible and sterile insect techniques as part of integrated Aedes aegypti control in Mexico. PLoS Negl Trop Dis. 26 de abril de

2022;16(4):e0010324. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010324>

27. Pereira LEC, Ferreira EM, Picinato MA de C, Mathias LA, Arcêncio RA, Barbosa KFD, et al. Community knowledge on dengue in territories under risk in the state of São Paulo. Arq Inst Biol (Sao Paulo). 2022;89. Disponible en:

<https://doi.org/10.1590/1808-1657000042021>

28. Chis Ster I, Rodriguez A, Romero NC, Lopez A, Chico M, Montgomery J, et al. Age-dependent seroprevalence of dengue and chikungunya: inference from a cross-sectional analysis in Esmeraldas Province in coastal Ecuador. BMJ Open. 16 de octubre de 2020;10(10):e040735. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040735>

29. Regis LN, Acioli RV, Silveira JC, Melo-Santos MAV, Souza WV, Ribeiro CMNogueira, et al. Sustained Reduction of the Dengue Vector Population Resulting from an Integrated Control Strategy Applied in Two Brazilian Cities. PLoS One. 3 de julio de 2013;8(7):e67682. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067682>
30. Jaffal A, Fite J, Baldet T, Delaunay P, Jourdain F, Mora-Castillo R, et al. Current evidences of the efficacy of mosquito mass-trapping interventions to reduce Aedes aegypti and Aedes albopictus populations and Aedes-borne virus transmission. PLoS Negl Trop Dis. 6 de marzo de 2023;17(3):e0011153. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011153>
31. Organización Panamericana de la Salud. Actualización Epidemiológica - Aumento de casos de dengue en la Región de las Américas. 2024. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-aumento-casos-dengue-region-americas-18-junio-2024>
32. Karlikow M, da Silva SJR, Guo Y, Cicek S, Krokovsky L, Homme P, et al. Field validation of the performance of paper-based tests for the detection of the Zika and chikungunya viruses in serum samples. Nat Biomed Eng. 7 de marzo de 2022;6(3):246–56. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41551-022-00850-0>
33. Mulderij-Jansen V, Pundir P, Grillet ME, Lakiang T, Gerstenbluth I, Duits A, et al. Effectiveness of Aedes-borne infectious disease control in Latin America and the Caribbean region: A scoping review. PLoS One. 2 de noviembre de 2022;17(11):e0277038. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277038>
34. Sarmiento-Senior D, Matiz MI, Vargas-Cruz S, Jaramillo JF, Olano VA, Lenhart A, et al. Improving knowledge, attitudes, and practices on dengue and diarrhea in rural primary school students, their parents, and teachers in Colombia: A cluster-randomized controlled trial. PLoS Negl Trop Dis. 27 de diciembre de

2022;16(12):e0010985. Disponible en:

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010985>

35. Mohapatra RK, Bhattacharjee P, Desai DN, Kandi V, Sarangi AK, Mishra S, et al. Global health concern on the rising dengue and chikungunya cases in the American regions: Countermeasures and preparedness. Health Sci Rep. 24 de enero de 2024;7(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/hsr2.1831>

36. Organización Panamericana de la Salud. Alerta Epidemiológica Aumento de casos de dengue en la Región de las Américas. 2024. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-aumento-casos-dengue-region-americas-7-octubre-2024>

37. Li E, Yang F, Ren M, Zhang X, Zhou J, Khandelwal M. Prediction of blasting mean fragment size using support vector regression combined with five optimization algorithms. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. diciembre de 2021;13(6):1380–97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2021.07.013>

38. Leandro A, Maciel-de-Freitas R. Development of an Integrated Surveillance System to Improve Preparedness for Arbovirus Outbreaks in a Dengue Endemic Setting: Descriptive Study. JMIR Public Health Surveill. 14 de noviembre de 2024;10:e62759–e62759. Disponible en: <https://doi.org/10.2196/62759>

39. Rico-Mendoza A, Porrás-Ramírez A, Chang A, Encinales L, Lynch R. Co-circulation of dengue, chikungunya, and Zika viruses in Colombia from 2008 to 2018. Revista Panamericana de Salud Pública. 7 de junio de 2019;43:1. Disponible en: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.49>

40. Lima-Camara TN. A dengue é produto do meio: uma abordagem sobre os impactos do ambiente no mosquito *Aedes aegypti* e nos casos da doença. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2024;27. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1980-549720240048.2>

41. Guerra Rubio LM, Eiriz García O, de la Noval Bautista LA, Guerra Rubio LM, Eiriz García O, de la Noval Bautista LA. Aciertos y desaciertos en el enfoque comunicativo del dengue. Alcance: revista cubana de información y comunicación. 2009;10(27):182–200. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2411-99702021000300182&lng=es&nrm=iso&tlng=es
42. Masciadri V. Panorama sobre el dengue en los Estados miembros del Mercosur (1991-2015). Revista Panamericana de Salud Pública. 4 de enero de 2019;43:1–7. Disponible en: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.11>
43. Torres JR, Castro J. The health and economic impact of dengue in Latin America. Cad Saude Publica. 2007;23(suppl 1):S23–31. Disponible en:
<https://doi.org/10.1590/s0102-311x2007001300004>
44. Rodriguez DM, Madewell ZJ, Torres JM, Rivera A, Wong JM, Santiago GA, et al. Epidemiology of Dengue-Puerto Rico, 2010–2024. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 12 de diciembre de 2024;73(49):1112–7. Disponible en:
<https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7349a1>
45. Saint-Pierre Contreras G, Guzmán Rodríguez M, Lizama Marín L, Ampuero Llanos S. Dengue en Chile: ¿Qué debemos saber ahora que Aedes aegypti habita en un amplio territorio de Chile continental? Revista chilena de infectología. junio de 2024;41(3):385–94. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182024000300123>
46. Aparicio-Meneses LM, Hernández-Méndez O, Igarza-Varona R, Rafael-Cruz YM, Aparicio-Meneses LM, Hernández-Méndez O, et al. Evaluación de una estrategia de intervención comunitaria para reducir el dengue. Revista Médica Electrónica. 2009;44(1):56–68. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000100056&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

47. Lippi CA, Stewart-Ibarra AM, Loor MEFB, Zambrano JED, Lopez NAE, Blackburn JK, et al. Geographic shifts in *Aedes aegypti* habitat suitability in Ecuador using larval surveillance data and ecological niche modeling: Implications of climate change for public health vector control. *PLoS Negl Trop Dis*. 17 de abril de 2019;13(4):e0007322. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007322>
48. Piaggio M, Guzman M, Pacay E, Robalino J, Ricketts T. Forest Cover and Dengue in Costa Rica: Panel Data Analysis of the Effects of Forest Cover Change on Hospital Admissions and Outbreaks. *Environ Resour Econ (Dordr)*. el 14 de agosto de 2024;87(8):2095–114.
49. Durand S, Paredes A, Pacheco C, Fernandez R, Herrera J, Cabezas C. Costo del control de *Aedes aegypti* en la Amazonía peruana. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 8 de mayo de 2024;46–53. Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2024.411.12905>
50. Cabezas C, Vasconcelos PFC. Creciente amenaza de enfermedades emergentes y reemergentes: arbovirus y enfermedades transmitidas por vectores en las Américas. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. el 8 de mayo de 2024;4–6. Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2024.411.13805>
51. Zhang Y, Zahreddine M, Abreu K, Dantas MA, Charland K, Pierce L, et al. Knowledge, attitude and practice (KAP) and risk factors on dengue fever among children in Brazil, Fortaleza: A cross-sectional study. *PLoS Negl Trop Dis*. 25 de septiembre de 2023;17(9):e0011110. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011110>
52. Azmawati MN, Aniza I, Ali M. Evaluation of Communication for Behavioral Impact (COMBI) Program in Dengue Prevention: A Qualitative and Quantitative Study in Selangor, Malaysia. *Iran J Public Health*. 2013;42(5):538–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23802114/>

53. Organización Panamericana de la Salud. Estrategia de gestión integrada para la prevención y el control de las enfermedades arbovirales en las Américas. 2019.

Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51787>

54. León Jiménez FE, Inga-Chero JE, Mendoza-Farro NBF, Montoya Reátegui A, Dioses Díaz K, Cavalcanti Ramírez S, et al. Características y errores más frecuentes en el diagnóstico y tratamiento del dengue en un hospital del norte peruano, 2022.

Anales de la Facultad de Medicina. 30 de junio de 2023;84(2):210–2. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/anales.v84i2.25494>

55. Rapaport S, Mauriño M, Morales MA, Fabbri C, Luppo V, Buyayisqui MP, et al. Epidemiology of Dengue in Argentina during the 2010/11 to 2019/20 Seasons: A Contribution to the Burden of Disease. Trop Med Infect Dis. el 10 de febrero de 2024;9(2):45.

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9020045>

56. Alvarado-Castro VM, Ramírez-Hernández E, Paredes-Solís S, Legorreta Soberanis J, Saldaña-Herrera VG, Salas-Franco LS, et al. Caracterización clínica del dengue y variables predictoras de gravedad en pacientes pediátricos en un hospital de segundo nivel en Chilpancingo, Guerrero, México: serie de casos. Bol Med Hosp Infant Mex. julio de 2016;73(4):237–42.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2016.06.004>

57. Shim E. Cost-effectiveness of dengue vaccination in Yucatán, Mexico using a dynamic dengue transmission model. PLoS One. 5 de abril de 2017;12(4):e0175020.

Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175020>

58. Quintero J, Ronderos Pulido N, Logan J, Ant T, Bruce J, Carrasquilla G.

Effectiveness of an intervention for *Aedes aegypti* control scaled-up under an inter-sectoral approach in a Colombian city hyper-endemic for dengue virus. PLoS One. 1 de abril de 2020;15(4):e0230486.

Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230486>

59. Martínez D, Gómez M, Hernández C, Muñoz M, Campo-Palacio S, González-Robayo M, et al. Emergence of Dengue Virus Serotype 2 Cosmopolitan Genotype, Colombia. *Emerg Infect Dis.* enero de 2024;30(1):189–92. Disponible en:

<https://doi.org/10.3201/eid3001.230972>

60. Ajlan BA, Alafif MM, Alawi MM, Akbar NA, Aldigs EK, Madani TA. Assessment of the new World Health Organization's dengue classification for predicting severity of illness and level of healthcare required. *PLoS Negl Trop Dis.* agosto de

2019;13(8):e0007144. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007144>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

No se recibió patrocinio de ninguna otra fuente para llevar a cabo este estudio.

Contribuciones de los autores

1. *Conceptualización:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
2. *Curación de datos:* Gladys Lola, Luján Johnson
3. *Análisis formal:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
4. *Adquisición de fondos:* no
5. *Investigación:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
6. *Metodología:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
7. *Administración del proyecto:* Paulina Francisca Madrid Peralta
8. *Recursos y software:* no
9. *Supervisión:* Gladys Lola, Luján Johnson

10. *Validación:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
11. *Visualización:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
12. *Redacción borrador original:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson
13. *Revisión y edición:* Paulina Francisca Madrid Peralta, Gladys Lola, Luján Johnson