

DIA 2. MESA I. Arbovirus

Moderadores: **Tomás Montalvo.** *Servicio de Vigilancia y Control de Plagas. Agència de Salut Pública de Barcelona. Barcelona. CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Madrid.*

Elena Sulleiro. *Servicio de Microbiología. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona.*

ARBOPREVENT: mejorando el conocimiento de las dinámicas poblacionales de los mosquitos para reducir su impacto sobre la salud pública

Jordi Figuerola

Estación Biológica de Doñana. Sevilla.

Correspondencia:

Jordi Figuerola

E-mail: jordi@ebd.csic.es

El virus *West Nile* es un virus aviar que se transmite por mosquitos, pero que puede llegar a infectar a humanos y caballos. La transmisión a humanos solo es posible a través de un mosquito que se haya alimentado de un ave infectada o por trasplante de órganos o transfusión de sangre de una persona infectada. En los últimos años, el virus *West Nile* se ha convertido en un importante problema de salud pública en muchos países de Europa debido al importante número de casos con síntomas neurológicos graves. En España se conoce la circulación del virus desde el año 2003, con casos esporádicos en humanos hasta un primer brote importante en 2020 en Andalucía Occidental y Extremadura, con 77 casos graves y un total de 8 muertos¹. Desde entonces se han venido registrando casos de infección grave principalmente en estas Comunidades con casos esporádicos en Catalunya y Valencia, y en otros animales en Castilla-La Mancha y Castilla-León. Sin embargo, en 2024 se produjo un nuevo brote importante con 158 casos detectados en España, 118 en Andalucía, 39 en Extremadura y 1 en Castilla-La Mancha².

Gracias a la financiación de la Fundación La Caixa, venimos desarrollando el proyecto Arboprevent para mejorar la gestión de las poblaciones de mosquitos y reducir el impacto de los patógenos que transmiten, como es el caso del virus *West Nile*. Los trabajos realizados por nuestro equipo en Andalucía

Occidental confirman que el virus *West Nile* es endémico en el área y circula con mayor intensidad después de inviernos con temperaturas más suaves^{3,4}. Esto posiblemente facilita la supervivencia del virus durante el invierno y favorece una reproducción de los mosquitos y replicación del virus durante un periodo más largo. El análisis de las capturas de mosquitos realizadas en 5 localidades de Sevilla y Huelva confirman la relación existente entre el ciclo y extensión del cultivo del arroz y el aumento de las poblaciones de *Culex perexiguus* (Figura 1), principal vector del virus *West Nile* en Andalucía. En la actualidad estamos trabajando en modelos más detallados para mejorar nuestra capacidad de predecir, en base a las condiciones meteorológicas, los cambios que las poblaciones de mosquitos pueden experimentar en unas pocas semanas.

Los modelos de riesgo que hemos realizado para el Ministerio de Sanidad identifican Andalucía y Extremadura como las comunidades con un mayor riesgo de transmisión, aunque también se identifican áreas con riesgos importantes en Valencia, Catalunya, Baleares y algunas zonas de Castilla-la Mancha y Castilla-León. La temperatura en verano y en los meses más fríos, así como la coexistencia de varias especies de mosquitos vectores del virus *West Nile* se asociaron a una mayor incidencia del virus en humanos y caballos⁵. Dicha asociación entre riqueza de especies

Figura 1. Hembras de *Culex perexiguus* (izquierda) y *Culex pipiens* (derecha), dos de las principales especies de mosquitos implicadas en la transmisión del virus *West Nile* en España.



Fuente: Alvaro Solís, EBD-CSIC.

vectoras e incidencia de casos en humanos se detecta también a escala Europea⁶.

Todos estos estudios sugieren que el virus *West Nile* continuará siendo un problema de salud pública en los próximos años, al que debemos dar respuesta mejorando nuestros sistemas de vigilancia y alerta temprana, nuestra capacidad para controlar las poblaciones de mosquitos. El virus *West Nile* es un ejemplo de los cambios que estamos experimentando en la circulación e impacto de distintas enfermedades transmitidas por vectores de origen zoonótico y la necesidad de adoptar aproximaciones basadas en el concepto Una Salud (*One Health*) para darles respuestas efectivas.

Bibliografía

1. García San Miguel Rodríguez-Alarcón L, Fernández-Martínez B, Sierra Moros MJ, Vázquez A, Julián Pachés P, García Villaceros E, *et al*. Unprecedented increase of West Nile virus neuroinvasive disease, Spain, summer 2020. *Euro Surveill*. 2021;26(19):pii=2002010. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.19.2002010>.
2. CCAES 2025. Meningoencefalitis por virus del Nilo occidental en España. Resumen de la temporada 2024. Evaluación rápida de riesgo. Ministerio de Sanidad, Dirección General de Salud Pública y Equidad en Salud. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, 31 enero 2025. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/areas/alertasEmergenciasSanitarias/preparacionRespuesta/docs/20250131_ERR_Nilo_Occidental.pdf
3. Magallanes S, Llorente F, Ruiz-López MJ, Martínez-de la Puente J, Soriguer R, Calderon J, *et al*. Long-term serological surveillance for West Nile and Usutu virus in horses in south-West Spain. *One Health*. 2023;17:100578. <https://doi.org/10.1016/j.one-hlt.2023.100578>.
4. Magallanes S, Llorente F, Ruiz-López MJ, Martínez-de la Puente J, Ferraguti M, Gutiérrez-López, R, *et al*. Warm winters are associated to more intense West Nile virus circulation in southern Spain. *Emerging Microbes & Infections*. 2024;13:1, 2348510. <https://doi.org/10.1080/2221751.2024.2348510>.
5. Figuerola J, Taheri S, González MA, Ruiz-López MA, Magallanes S, Vázquez A. Análisis del riesgo de circulación del Virus del Nilo Occidental en España. Ministerio de Sanidad. 2025. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/areas/alertasEmergenciasSanitarias/preparacionRespuesta/docs/Analisis_de_riesgo_FNO.pdf.
6. Taheri S, González MA, Ruiz-López MA, Soriguer R, Figuerola J. Patterns of West Nile virus vector co-occurrence and spatial overlap with human cases across Europe. *One Health*. 2025;20.

E4Warning

Frederic Bartumeus

Profesor d'Investigació ICREA (CEAB-CSIC & CREAF). Blanes.

Correspondència:

Frederic Bartumeus

E-mail: fbartu@ceab.csic.es

Mosquito-borne diseases (MBDs) place a heavy burden on societies, contributing significantly to illness and poverty worldwide¹. They remain one of the leading causes of vector-borne mortality, putting 80% of the global population at risk and causing 700,000 deaths annually. Today, MBDs are rapidly expanding in prevalence, geographic range, and severity. Viruses such as dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV), West Nile (WNV), and Usutu (USUV) are of increasing concern. DENV alone accounts for up to 390 million new cases per year. While DENV and ZIKV rely on a human–mosquito–human cycle, WNV and USUV circulate in enzootic cycles between birds and mosquitoes, with occasional spillover to humans and other mammals.

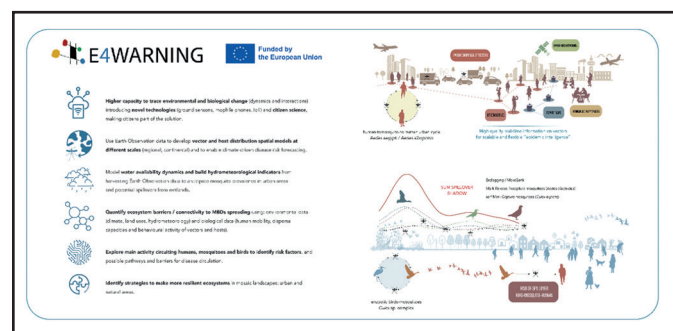
E4Warning addresses this growing threat with a comprehensive, real-time surveillance and prediction system. By deploying cutting-edge technologies, the project monitors both mosquitoes and reservoir hosts—particularly birds—with unprecedented precision. It focuses on invasive vectors like *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, as well as native *Culex* species, which drive MBD transmission in Europe. Adopting a One Health framework, it focuses on early detection and real-time risk assessment to anticipate public health threats. With no universal vaccines for most MBDs^{2,3}, the project prioritizes proactive vector surveillance and targeted control as essential strategies to prevent outbreaks⁴.

The consortium integrates ecological, behavioural, and climatic data with citizen-contributed reports and smart technologies to anticipate disease emergence across multiple spatiotemporal scales. Key innovations include Internet-connected smart traps that automatically detect, identify, and count mosquitoes by species, sex, and age, slashing the cost and labour of traditional surveillance⁵. These traps work in synergy with the Mosquito Alert citizen science platform, which mobilizes tens of thousands of users to report mosquito sightings, bites, and breeding sites⁶. Advanced AI algorithms classify these reports in real time, enabling

immediate public health responses. To monitor reservoir species, biologging sensors track bird movements, while acoustic sensors capture community composition, enhancing our understanding of enzootic transmission cycles. The holistic One Health approach, centred on vector and bird behavioural ecology studies (community structure, dispersal capacity, space use, life cycle connected to environmental dynamics), will be able to propose broader ecosystem and animal management actions in an integrated manner, minimising an anthropocentric focus.

Earth Observation (EO) data feed into seasonal climate and water availability forecasts—critical for anticipating mosquito population surges. The project uses the Water Availability Model (WAM), based on the VIC hydrological model, to predict runoff and soil moisture from sub-seasonal to seasonal forecasts. These hydrological variables directly influence mosquito breeding habitats and are integrated into statistical models of vector suitability and disease incidence. Forecast calibration and downscaling techniques further refine the spatial resolution of predictions to support local decision-making. Human mobility data and global air traffic patterns help trace the spread of invasive mosquitoes and diseases, linking endemic hotspots in South Asia and Latin America with Europe. Novel ecological experiments, including mark-release-recapture of mosquitoes and biologging of bird

Figura 1.



reservoirs, reveal the ecological connectivity between wetlands and urban areas. These insights support the mapping of 'pathogen dispersal shadows' and identification of natural barriers or corridors for disease spread.

E4Warning consolidates this wealth of data, ranging from satellite imagery and in-situ observations to crowd-sourced intelligence, into scalable models and Decision Support Systems (DSS) for public health authorities. Tools are co-developed with stakeholders across sectors under the Quadruple Helix innovation model, ensuring they are actionable, adaptable, and embedded into operational frameworks.

By aligning with the four pillars of Early Warning Systems—(1) risk knowledge, (2) monitoring and prediction, (3) information dissemination, and (4) response—E4Warning creates robust, next-generation tools for epidemic intelligence. It not only advances fundamental science but also delivers real-world impact in disease prevention.

Bibliography

1. Brandy & Hay. The Global Expansion of Dengue: How *Aedes aegypti* mosquitoes enabled the first pandemic arbovirus. *Annu Rev Entomol.* 2020;65:191-208.
2. McGraw & O'Neill. Beyond insecticides: new thinking on an ancient problem. *Nat Rev Microbiol.* 2012;11:181-93.
3. Reiner RC, Achee N, Barrera R, Burkot TR, Chadee DD, Devine GJ, *et al.* Quantifying the epidemiological impact of vector control on dengue. *PLoS Negl Trop Dis.* 2016;10:e0004588.
4. Davis JK, Vincent G, Hildreth MB, Kightlinger L, Carlson C, Wimberly MC. Integrating environmental monitoring and mosquito surveillance to predict vector-borne disease: prospective forecast of a West Nile Virus outbreak. *PLoS Curr.* 2017;9:e80717.
5. Gonzalez-Perez MI, Faulhaber B, Williams M, Brosa J, Aranda C, Pujol N, *et al.* A novel optical sensor system for the automatic classification of mosquitoes by genus and sex with high levels of accuracy. *Parasites Vectors.* 2022;15:190.
6. Palmer JRB, Oltra A, Collantes F, Delgado JA, Lucientes J, Delacour S, *et al.* Citizen science provides a reliable and scalable tool to track disease-carrying mosquitoes. *Nat Commun.* 2017;8:916.

VECTRACK-MOBVEC: smart vector surveillance to assist first response in arboviruses outbreaks

Pancraç Villalonga, João Encarnação, Bastian Faulhaber, Mark Williams

Irideon S.L. Barcelona.

Correspondencia:

Frederic Bartumeus

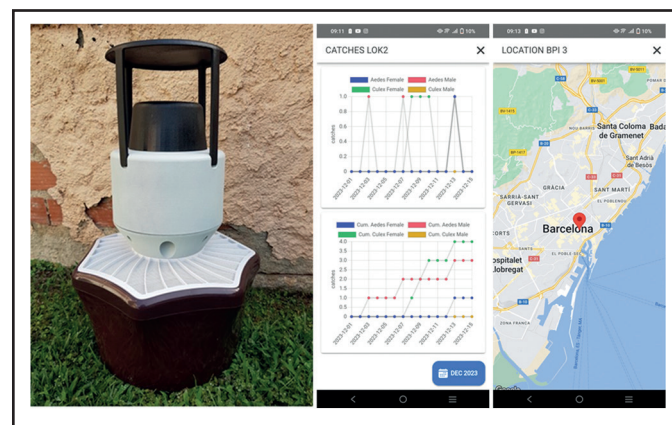
E-mail: fbartu@ceab.csic.es

Las especies de mosquitos *Aedes* pueden transmitir dengue, Zika o chikunguña y se han introducido y establecido en Europa. La prevención y el control de las enfermedades transmitidas por vectores dependen en gran medida de una vigilancia vectorial eficaz y sostenida, así como de una respuesta oportuna a los brotes. La vigilancia vectorial se lleva a cabo en todos los países afectados, sin embargo, en caso de brote, es posible que no se pueda garantizar una respuesta entomológica y epidemiológica rápida de inmediato. El proyecto MOBVEC se propone ser el primer Biolaboratorio Móvil de enfermedades vectoriales en operar rápidamente en el epicentro de los brotes para apoyar a los equipos de primera respuesta. Este estará equipado con sensores VECTRACK (Figura 1) para poder desplegar trampas inteligentes que permiten obtener datos de clasificación, abundancia y dinámica de poblaciones de mosquitos con precisión suficiente para responder a las necesidades operacionales de campo.

Se realizaron clasificaciones automatizadas de laboratorio, y de campo en diferentes escenarios, que se analizaron en el marco de MOBVEC para evaluar la tecnología de trampas inteligentes como una herramienta viable para los equipos de primera respuesta en brotes. Los ensayos de campo fueron en condiciones operacionales reales en España, Portugal, Brasil e Italia, con la captura de distintas especies de los géneros *Aedes* y *Culex*, que se clasificaron con las trampas inteligentes. Estas demostraron la capacidad de identificar y rastrear la dinámica de los mosquitos en tiempo real, con una elevada correlación lineal con los conteos manuales realizados por los operadores.

La implementación de redes de estrategias de vigilancia vectorial sostenibles y en tiempo real es esencial y constituye el

Figura 1. Sensor VECTRACK instalado en trampa comercial modelo BG-Mosquitaire, y capturas de pantalla de App Senscape Mosquito Viewer para consultar los datos de cada trampa inteligente.



precursor de nuevas capacidades interoperables para los equipos de primera respuesta ante brotes. El proyecto MOBVEC introducirá una nueva tecnología capaz de proporcionar información en tiempo real sobre las poblaciones de vectores, mapas de riesgo vectorial compatibles con GEOSS, modelos de transmisión de enfermedades vectoriales y mapas epidemiológicos. Esta tecnología ayudará a prevenir y controlar brotes de enfermedades.

Agradecimientos

Proyecto MOBVEC (Ref. 101099283 — MOBVEC — HORIZON-EIC-2022-PATHFINDEROPEN-01) financiado por la Comisión Europea.

Sistemas de alerta para enfermedades infecciosas para fortalecer la resiliencia climática frente a amenazas emergentes: la experiencia del proyecto IDAlert

Gina EC. Charnley¹, Adrià San José Plana¹, Diana Urquiza¹, Rachel Lowe^{1,2}

¹Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, Spain. ²Catalan Institution for Research & Advanced Studies (ICREA), Barcelona, Spain.

Correspondencia:

Rachel Lowe

E-mail: rachel.lowe@bsc.es

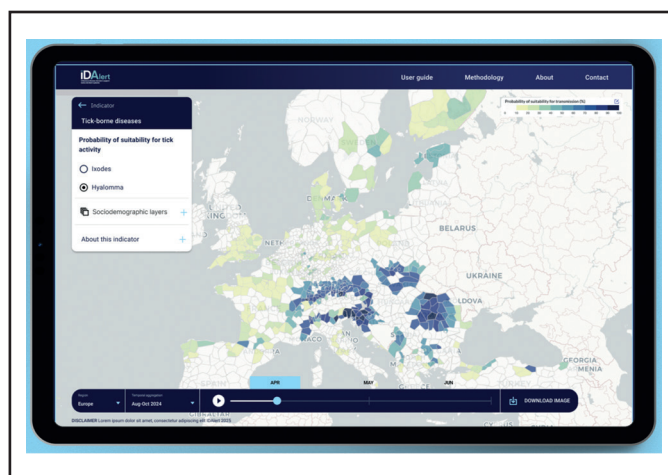
El cambio climático está intensificando los riesgos para la salud humana a través del aumento de temperaturas, cambios en los patrones de precipitación y la mayor frecuencia de eventos extremos. Estos cambios, combinados con la pérdida de biodiversidad, la modificación del uso del suelo y el aumento de la movilidad humana, favorecen la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas sensibles al clima (CSIDs, por sus siglas en inglés), como el dengue, el Zika, la malaria, la leishmaniasis o las enfermedades transmitidas por garrapatas. En este contexto de riesgo creciente, la plataforma EpiOutlook ha sido desarrollada como una herramienta digital diseñada para proporcionar alertas tempranas sobre riesgos epidemiológicos relacionados con el clima. Esta plataforma se ha desarrollado en el seno del proyecto europeo IDAlert, un proyecto transdisciplinario con participación de 19 organizaciones de Europa y Bangladesh¹.

EpiOutlook integra predicciones climáticas estacionales y subestaciones con indicadores de riesgo para enfermedades infecciosas, utilizando un enfoque multimodelo que combina métodos estadísticos, modelos de aprendizaje automático (*machine learning*), modelos mecánicos y métricas de extremos climáticos. La plataforma ha sido cocreada con actores clave del sector salud y de políticas públicas, con el objetivo de adaptarlo a sus necesidades y facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia. Actualmente, incluye indicadores operativos para varias enfermedades, como malaria, las enfermedades transmitidas por Aedes (dengue, Chikungunya y Zika), el virus del Nilo Occidental, la leishmaniasis, las enfermedades transmitidas por garrapatas y la vibriosis, además de un indicador de sequía. Cada indicador evalúa la idoneidad climática para la transmisión de enfermedades utilizando variables como temperatura, humedad, cobertura del suelo, salinidad marina y datos socioeconómicos.

Para garantizar la precisión de las predicciones, EpiOutlook calibra los datos climáticos utilizando métodos avanzados de corrección de sesgos y técnicas de validación como el *Continuous Rank Probability Skill Score* y el *Brier Skill Score*. Además, se han integrado fuentes adicionales como bases de datos vectoriales, datos de salud pública y socioeconómicos. La plataforma también ofrece visualizaciones intuitivas (Figura 1), orientadas a facilitar la interpretación por parte de usuarios no especializados, como responsables de salud pública, investigadores, tomadores de decisión y la ciudadanía.

Este esfuerzo representa un paso importante hacia la integración efectiva entre salud y clima, demostrando cómo las capacidades de modelización avanzada y la ciencia de datos

Figura 1. Prototipo de la plataforma EpiOutlook en desarrollo. Los datos mostrados son solo para ejemplificar la visualización.



pueden ser transformadas para desarrollar herramientas útiles de acceso abierto. Al documentar el proceso de creación de EpiOutlook y compartir su diseño modular y flexible, buscamos inspirar el desarrollo de productos similares en otras regiones del mundo, fortaleciendo así la preparación frente a amenazas sanitarias emergentes bajo un escenario climático en constante evolución.

Agradecimientos

RL agradece el apoyo del programa de investigación e innovación Horizon Europe de la Unión Europea (IDAlert; acuerdo de subvención 101057554), parte del “Climate-Health

Cluster” (<https://climate-health.eu/>), así como una beca *Dorothy Hodgkin* de la *Royal Society*. GECC y DU agradecen una beca BSC AI4Science financiada por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea - *Next Generation*, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Ministerio de España.

Bibliografía

1. Rocklöv J, Semenza JC, Dasgupta S, Robinson EJZ, Abd El Wahed A, Alcayna T, *et al.* Decision-support tools to build climate resilience against emerging infectious diseases in Europe and beyond. *The Lancet Regional Health – Europe*. 2023;32:100701. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2023.100701>.