

P-4

¿Quién será el siguiente? Anticipando las plagas del futuro y sus estrategias de control

Mikel Alexander González¹, Ignacio Ruiz-Arrondo², Pedro María Alarcón-Elbal³, Javier González Muñoz⁴

¹ Grupo SASTI, Madrid. mikel.gonzalez@sasti.es

² Universidad de Zaragoza. iruizarr@gmail.com

³ Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia. pedro.alarconelbal@uchceu.es

⁴ Ekocommerce IPM Solutions. jgonzalez@ekocommerce.es

En el contexto actual de globalización y cambio ambiental acelerado, la expansión de plagas emergentes se ha consolidado como un desafío clave para la salud pública y veterinaria, la producción agrícola y la conservación de la biodiversidad. Este fenómeno no responde a causas aisladas, sino a la interacción de múltiples factores, entre los que destacan el cambio climático, la intensificación del comercio internacional, el aumento de la movilidad humana y las transformaciones en el uso del suelo. Estos procesos favorecen la dispersión de especies, la alteración de sus áreas de distribución y su establecimiento en nuevos territorios, donde pueden actuar como plagas y vectores de enfermedades.

El cambio climático, en particular, está modificando patrones de temperatura y precipitación, generando condiciones más favorables para la supervivencia y reproducción de numerosos vectores. Esto no solo amplía su distribución geográfica, sino que también puede alterar su estacionalidad y aumentar la intensidad de transmisión de enfermedades. Paralelamente, la globalización facilita el transporte accidental de especies a través de mercancías, medios de transporte y flujos turísticos, incrementando el riesgo de introducciones biológicas.

Ante este escenario dinámico, anticipar la aparición de futuras plagas se convierte en una prioridad estratégica. La identificación de posibles especies invasoras debe ir acompañada de la comprensión de los mecanismos ecológicos y sociales que facilitan su emergencia. En muchos casos, las amenazas actuales fueron detectadas en fases tempranas, lo que pone de manifiesto la importancia de reforzar los sistemas de vigilancia y adoptar enfoques predictivos basados en la evidencia científica.

De este modo, se hace necesario un cambio de paradigma: pasar de modelos reactivos, centrados en la respuesta una vez que la plaga ya está establecida, a estrategias anticipativas basadas en la prevención, la detección temprana y la sostenibilidad. Este enfoque requiere una aproximación interdisciplinar que integre conocimientos de ecología, salud pública, tecnología

y gestión ambiental, así como la cooperación entre distintos niveles administrativos y científicos.

DETECTANDO AL PRÓXIMO ENEMIGO: NUEVOS INVASORES DEL SIGLO XXI Y VIGILANCIA PROSPECTIVA

España se ha consolidado como un escenario especialmente relevante para la introducción y expansión de especies invasoras, debido a su posición estratégica como puente entre continentes, su elevada conectividad internacional y sus condiciones climáticas favorables. Como consecuencia, se ha producido un aumento notable de plagas emergentes con impacto sanitario, ecológico y económico.

Entre los casos más destacados se encuentran los mosquitos del género *Aedes*, especialmente *Aedes albopictus*, ya ampliamente distribuido, así como *Aedes aegypti* y *Aedes japonicus*. Estas especies presentan una elevada plasticidad ecológica, lo que les permite adaptarse a entornos urbanos mediante la utilización de pequeños reservorios de agua artificiales. Su relevancia radica en su papel como vectores de enfermedades como el dengue, el Zika o el chikungunya, cuya posible transmisión local representa un riesgo creciente.

Asimismo, se han detectado numerosas especies de hormigas exóticas con gran potencial invasor, capaces de desplazar a especies autóctonas y alterar las dinámicas ecológicas. En paralelo, destacan las avispas del género *Vespa*, especialmente *Vespa velutina*, cuya expansión en Europa ha generado importantes impactos sobre la apicultura, y *Vespa orientalis*, ya presente en el sur peninsular. En el ámbito urbano, la proliferación de cucarachas invasoras constituye otro problema relevante, asociado a condiciones de urbanización y comercio global.

La expansión de estas especies está estrechamente vinculada a la globalización y al cambio climático, así como a su capacidad de adaptación a entornos antropizados. Muchas de estas plagas ya están presentes en el territorio, aunque en fases iniciales de expansión,

lo que ofrece una oportunidad clave para su control temprano.

En este contexto, la vigilancia prospectiva se configura como una herramienta fundamental. A través del uso de modelos predictivos que integran variables climáticas, ecológicas y geográficas, es posible anticipar la llegada de nuevas especies y evaluar su potencial invasor. Además, el análisis de rutas de entrada, como puertos, aeropuertos o corredores comerciales, permite identificar puntos críticos de introducción.

Este enfoque permite priorizar medidas preventivas, optimizar recursos y mejorar la eficacia de la gestión. En definitiva, avanzar hacia un modelo proactivo basado en la anticipación resulta esencial para minimizar los impactos futuros de las plagas emergentes.

CUANDO LA EVIDENCIA ALERTA: EXPANSIÓN DE VECTORES, PATÓGENOS EMERGENTES Y FAUNA SILVESTRE EN UN ESCENARIO GLOBAL CAMBIANTE

En los últimos años, España ha experimentado un incremento significativo en la emergencia de patógenos, con enfermedades como el virus del Nilo Occidental o la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo estableciendo ciclos endémicos. Este fenómeno refleja un cambio en las condiciones ambientales que favorecen la circulación de agentes infecciosos.

En paralelo, se han producido importantes crisis en sanidad animal, como brotes de peste porcina africana, lengua azul o influenza aviar. Estas situaciones ponen de manifiesto la existencia de ecosistemas que facilitan la persistencia y expansión de patógenos, así como el riesgo de transmisión entre especies.

La fauna silvestre desempeña un papel clave como reservorio y centinela epidemiológico. Especies como jabalíes, aves migratorias o roedores contribuyen al mantenimiento y dispersión de patógenos, actuando como puente entre ecosistemas naturales y entornos urbanos. Este fenómeno es especialmente relevante en la interfaz urbano-forestal, donde el contacto entre fauna silvestre, animales domésticos y humanos es cada vez más frecuente.

Además, la expansión de vectores como mosquitos, flebotomos y garrapatas incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades. El desplazamiento de estos vectores hacia nuevas áreas geográficas amplía la exposición de la población a patógenos emergentes.

En este contexto, amenazas futuras como la fiebre del valle del Rift podrían emerger en Europa si se dan condiciones favorables. Por ello, resulta imprescindible

adoptar un enfoque "One Health", que integre la salud humana, animal y ambiental, y permita una gestión proactiva basada en la vigilancia, la prevención y la cooperación internacional.

EL FUTURO DEL CONTROL DE VECTORES: DESAFÍOS EMERGENTES, AVANCES TECNOLÓGICOS Y SOSTENIBILIDAD

El control de vectores se encuentra en una fase de transformación impulsada por la convergencia de desafíos globales y avances tecnológicos. Las enfermedades transmitidas por vectores continúan siendo una de las principales amenazas para la salud pública y veterinaria.

Uno de los principales retos es la creciente resistencia a insecticidas, derivada del uso continuado de productos químicos. Este fenómeno reduce la eficacia de herramientas tradicionales y puede provocar cambios en el comportamiento de los vectores, dificultando aún más su control. Como consecuencia, se hace necesario replantear las estrategias existentes y diversificar los métodos de intervención.

En este escenario, las innovaciones tecnológicas están desempeñando un papel clave. El uso de sensores inteligentes, sistemas de vigilancia automatizada, inteligencia artificial y análisis de datos permite mejorar la detección de vectores y optimizar la toma de decisiones. Asimismo, el uso de drones facilita el acceso a zonas de difícil alcance y mejora la eficiencia en la aplicación de tratamientos.

Por otro lado, las innovaciones biotecnológicas ofrecen nuevas oportunidades. Estrategias como la liberación de mosquitos infectados con *Wolbachia*, la técnica del insecto estéril o la edición genética permiten actuar de forma más específica sobre las poblaciones vectoriales. Sin embargo, estas herramientas requieren evaluaciones rigurosas en términos de impacto ecológico, viabilidad económica y aceptación social, así como marcos regulatorios sólidos.

En este contexto, la gestión integrada de vectores se consolida como el enfoque más eficaz, al combinar estrategias biológicas, ambientales y sociales. Este modelo permite reducir la dependencia de insecticidas, minimizar los impactos ambientales y garantizar soluciones sostenibles, adaptadas a las condiciones locales y a los recursos disponibles.

CIUDADES SOSTENIBLES Y BIENESTAR ANIMAL EN EL CONTROL DE PLAGAS

El avance hacia ciudades más sostenibles busca mejorar la calidad de vida y reducir el impacto ambiental mediante la incorporación de infraestructuras verdes,

como parques urbanos o jardines verticales. Sin embargo, estos espacios también pueden favorecer la proliferación de especies plaga al ofrecer refugio, alimento y condiciones favorables para su desarrollo.

Tradicionalmente, el control de plagas en entornos urbanos se ha basado en el uso de biocidas químicos. Aunque eficaces a corto plazo, estos métodos presentan limitaciones importantes, como la generación de resistencias, la contaminación ambiental y el impacto sobre especies no diana. Por ello, se ha impulsado la adopción de enfoques más sostenibles, destacando la Gestión Integrada de Plagas (IPM), que prioriza la prevención, el monitoreo y la reducción del uso de químicos.

En este contexto, el bienestar animal ha adquirido una relevancia creciente. La evaluación ética de los métodos de control ha promovido el desarrollo de soluciones que minimicen el sufrimiento, frente a técnicas tradicionales más agresivas. Ejemplos como los sistemas de eutanasia mediante CO₂ o el uso de trampas inteligentes permiten una actuación más selectiva y humanitaria.

Asimismo, la educación ambiental y la participación ciudadana son fundamentales para prevenir infestaciones, especialmente en aspectos como la gestión de residuos o el mantenimiento de espacios urbanos. Del mismo modo, la planificación urbana desempeña un papel clave en la prevención, integrando el control de plagas en el diseño de infraestructuras y servicios.

En definitiva, el control de plagas en ciudades sostenibles requiere un enfoque integrado que combine eficacia, sostenibilidad y bienestar animal, permitiendo compatibilizar la salud pública con la conservación del entorno urbano.

CONCLUSIONES

En conclusión, la creciente convergencia de patógenos emergentes, reservorios adaptados y vectores competentes pone de manifiesto la necesidad de evolucionar desde modelos de vigilancia convencionales hacia una gestión ambiental proactiva e integrada. En este contexto, el enfoque "One Health" resulta fundamental, al permitir una comprensión global de la interacción entre factores bióticos y abióticos, facilitando la anticipación de riesgos zoonóticos y la mitigación de su impacto sanitario.

Asimismo, el futuro del control de vectores dependerá de la capacidad para integrar de forma eficaz la innovación tecnológica, la sostenibilidad ambiental y una gobernanza sólida. No obstante, persisten desafíos relevantes, como la equidad en el acceso a estas tecnologías, los posibles riesgos ecológicos y la dependencia de contextos

político-económicos favorables. Afrontar esta complejidad requiere enfoques multidisciplinares, respaldados por la cooperación internacional y una inversión continuada en ciencia y salud pública.

En el ámbito urbano, el control de plagas en ciudades sostenibles representa igualmente un reto multidimensional. La integración de estrategias basadas en la gestión sostenible, la innovación y el bienestar animal configura un nuevo paradigma que permite reducir el uso de sustancias químicas y mejorar la eficacia de las intervenciones. En definitiva, avanzar hacia modelos más responsables implica armonizar la protección del medio ambiente, la salud pública y el respeto por los animales, garantizando soluciones eficaces y sostenibles a largo plazo (figura 1).

REFERENCIAS

1. Abbasi E. Climate Change and Vector Ecology: A Comprehensive Review of Environmental Drivers of Insect-Borne Disease Dynamics and Public Health Implications. *Exp Parasitol.* 2010; 109:115.
2. Cuthbert RN, Darriet F, Chabrierie, O. et al. Invasive hematophagous arthropods and associated diseases in a changing world. *Parasites Vectors.* 2023; 16, 291.
3. Kumar A, Govindasamy D. Vector control at a crossroad: Grappling with multiple challenges. *Indian J Med Res.* 2025; 162(2):131-4.
4. Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. Directiva 2010/63/UE relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos. *Diario Oficial de la Unión Europea.* 2020.
5. Sharp T, Saunders G. A model for assessing the relative humaneness of pest animal control methods. Canberra: Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 2011.
6. Wageningen University & Research. Guidelines on humane killing of animals in pest control. Wageningen: Wageningen University & Research. 2022.
7. Weng SC, Masri RA, Akbari OS. Advances and challenges in synthetic biology for mosquito control. *Trends Parasitol.* 2024; 40(1):z75-88.

Figura 1. Representación esquemática de los principales factores que impulsan la emergencia de plagas en el siglo XXI, incluyendo el cambio climático, la globalización y las transformaciones del uso del suelo, así como los nuevos invasores y las estrategias de control basadas en vigilancia prospectiva, innovación tecnológica y el enfoque *One Health*

¿QUIÉN SERÁ EL SIGUIENTE?

— ANTICIPANDO LAS PLAGAS DEL FUTURO Y SUS ESTRATEGIAS DE CONTROL —

Mikel Alexander González (Grupo SASTI, Madrid) • Ignacio Ruiz-Arrondo (Universidad de Zaragoza)
 Pedro María Alarcón-Elbal (Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia) • Javier González Muñiz Elomerce | IPM Solutions

QUÉ FACTORES AUMENTAN LAS PLAGAS

-  **CAMBIO CLIMATICO**
Mayor distribución de vectores
-  **GLOBALIZACIÓN Y MOVILIDAD**
Transporte de especies
-  **USO DEL SUELO**
Hábitats urbanizados
-  **FAUNA SILVESTRE**
Reservorios de patógenos

NUEVOS INVASORES

-  **Mosquitos Aedes:**
albopictus, aegypti y japonicus
-  **Avispas Exóticas:**
Vespa velutina y orientalis
- Hormigas Invasoras**
- Cucarachas Invasoras**



ENFERMEDADES EMERGENTES

-  **ENFERMEDADES EMERGENTES**
-  Dengue, Ziká, Fiebre-del Nilo...

ANTICIPACIÓN Y CONTROL

-  **Vigilancia y Modelos Predictivos**
Para detectar plagas temprano
-  **Estrategias Sostenibles**
Gestión Integrada de vectores



ANTICIPACIÓN Y CONTROL

-  **Vigilancia y Modelos Predictivos**
Para detectar plagas temprano
-  **Estrategias Sostenibles**
Gestión Integrada de Vectores

ESTRATEGIAS SOSTENIBLES

-  Refuerzo de vigilancia temprana
-  Innovación y sostenibilidad en control
-  Visión global de salud



ENFOQUE ONE HEALTH

Salud Humana, Animal y Ambiental cooperando para prevenir enfermedades.

**CAMBIO CLIMÁTICO, GLOBALIZACIÓN Y URBANIZACIÓN FAVORECEN LAS PLAGAS EMERGENTES
 DETECTAR, PREVENIR Y CONTROLAR A TIEMPO ES CLAVE PARA PROTEGER LA SALUD PUBLICA Y
 EL MEDIO AMBIENTE**