

# Métodos de control de las enfermedades emergentes en agricultura

Marina Morente<sup>1, 2</sup> y Alberto Ferreres<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Alcalá de Henares, Madrid. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agrarias – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ICA-CSIC) Madrid.

La globalización y facilidad del ser humano para desplazarse largas distancias, junto con el cambio climático, son el detonante del aumento de las enfermedades emergentes agrícolas en todo el planeta. En muchas de ellas, los insectos vectores tienen un papel fundamental en su propagación. Por ello el desarrollo de medidas dirigidas al control de vectores junto con el endurecimiento de las medidas en frontera para evitar la propagación de material vegetal infectado, son fundamentales para el mantenimiento de la actividad agrícola a nivel global.

La producción de cultivos se ve afectada tanto por enfermedades ya establecidas como emergentes. Sin embargo, las epidemias causadas por patógenos emergentes en nuevos huéspedes con poca resistencia o tolerancia, pueden ser particularmente devastadoras. Se conocen como enfermedades emergentes a aquellas patologías que tienden a expandir su área de distribución en el tiempo. En la mayoría de los casos las causan organismos patógenos que: a) han incrementado su incidencia, su distribución geográfica o su rango de huéspedes, b) han cambiado su capacidad patogénica haciéndose más agresivos, c) han evolucionado recientemente y/o d) han sido descubiertos o re-descubiertos recientemente (Anderson y col. 2004). Además, en muchos casos, los insectos vectores juegan un papel fundamental en la aparición de episodios de enfermedades emergentes o re-emergentes. Así, la introducción de un vector con una mayor capacidad de transmisión del patógeno, con hábitos alimenticios

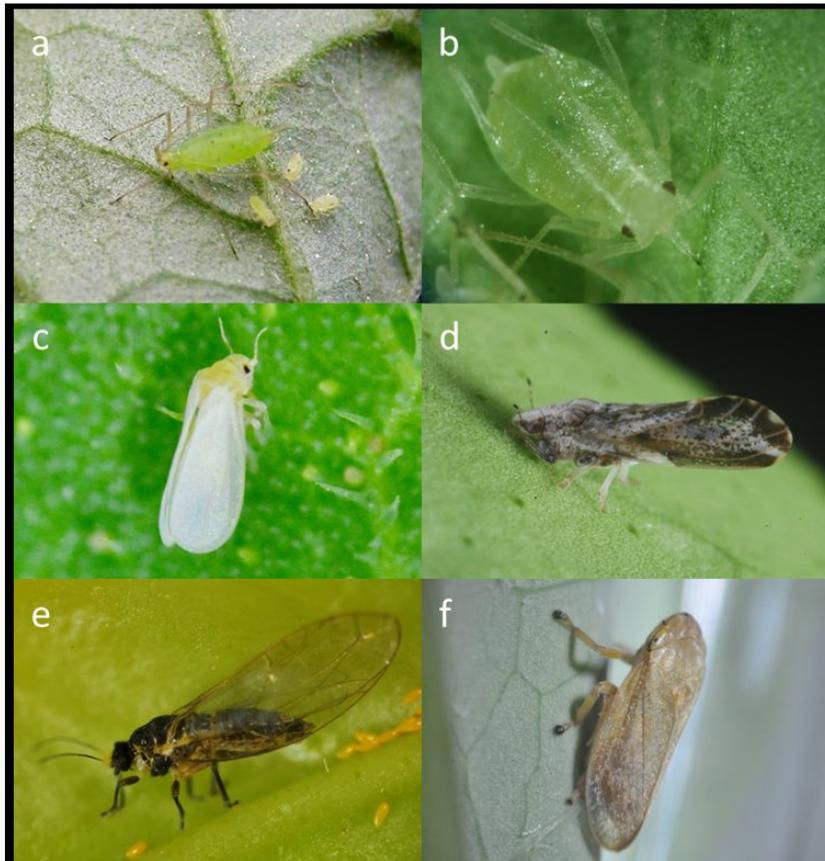
diferentes a las especies autóctonas o con un número de plantas huésped más elevado, puede dar lugar a fenómenos severos de diseminación de enfermedades.

La globalización del comercio en las últimas décadas ha impulsado el número de introducciones de patógenos, vectores o huéspedes exóticos en nuevas áreas. Este hecho, junto con la falta de antagonistas de la especie exótica en el lugar de introducción, ha dado como resultado un incremento en la aparición de enfermedades emergentes de perfil alto. Además, el cambio climático puede provocar la aparición de enfermedades a través de cambios graduales en el clima y una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos inusuales. Estos cambios pueden conducir a que patógenos preexistentes aumenten su capacidad de acción o su área de influencia (Anderson y col. 2004).

Los virus, hongos y bacterias son los principales patógenos causantes de enfermedades emergentes en plantas. Entre ellos, los virus han sido considerados el grupo más importante ya que son responsables de hasta el 47% de las enfermedades emergentes en plantas provocando pérdidas millonarias a nivel mundial (Anderson y col. 2004). No obstante, *Candidatus Liberibacter* spp. o *Xylella fastidiosa*, dos de las enfermedades emergentes que recientemente están causando una alarma social más importante, son causadas por bacterias fitopatógenas transmitidas por insectos vectores. *Candidatus Liberibacter* spp. es responsable de una amplia lista de enfermedades en diferentes especies hortícolas como la patata (enfermedad de “zebra chip”), la zanahoria, el tomate o el apio. Sin embargo, actualmente la atención está fijada en las especies de *Liberibacter* spp. responsables de la enfermedad de Huanglongbing (HLB) o “greening”, la enfermedad más devastadora en cítricos a nivel mundial (Teixeira y col. 2005). Por otro lado, las pérdidas provocadas por la introducción de *X. fastidiosa* (Xf) en Europa en diferentes frutales de hueso de gran importancia económica como el olivo, el almendro o la vid, ha generado una gran alarma en los últimos años, desviando una parte importante del esfuerzo en investigación hacia la búsqueda de métodos de control de la enfermedad.

Los hemípteros junto con los tisanópteros constituyen el principal grupo de insectos vectores de enfermedades de plantas. Entre ellos, el grupo de los pulgones son vectores eficaces de muchos virus vegetales existiendo especies que pueden transmitir varios tipos de virus. Por ejemplo, *Macrosiphum euphorbiae* (**Figura 1a**) puede transmitir hasta 45 virus vegetales mientras que *Myzus persicae* (**Figura 1b**) es vector de más de 100. La mayoría de los pulgones vectores de virus identificados hasta ahora pertenecen a los géneros **Myzus**, **Aphis**, **Acyrtosiphon** y **Macrosiphum** (Aphididae: Aphidinae). Por otra parte, la mosca blanca, es otro vector importante de virus. **Bemisia tabaci** (**Figura 1c**) es la especie de mosca blanca con una mayor capacidad de transmisión de enfermedades aunque la especie *Trialeurodes vaporariorum* también puede transmitir varios tipos de virus. *B. tabaci* se considera el principal vector de enfermedades emergentes que están muy extendidas especialmente en cultivos protegidos (Fiallo-Olivé y col. 2020). En España, entre otras enfermedades, el virus de Nueva Delhi, transmitido por *B. tabaci*, presenta un problema grave para el mercado interno y la exportación de cucurbitáceas.

Por otro lado, las bacterias restringidas a floema, como *Candidatus Liberibacter* spp., sólo son transmitidas por psílidos vectores. Concretamente, las especies reponsables de la enfermedad de HLB son transmitidas por *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae* (**Figura 1d y 1e**). En el caso de *X. fastidiosa*, al ser una bacteria restringida a los vasos del xilema, depende para su transmisión de hemípteros del suborden Cicadomorpha especialistas en alimentarse de la savia xilemática, siendo la Subfamilia Cicadellinae (Cicadellidae) y la superfamilia Cercopoidea los principales vectores. *Philaenus spumarius* (**Figura 1f**) es el principal vector de *X. fastidiosa* en olivo (Cornara y col. 2017).



*Figura 1. Insectos vectores de patógenos en plantas: a) Macrosiphum euphorbiae; b) Myzus persicae; c) Bemisia tabaci; d) Diaphorina citri; e) Trypza eritreae f) Philaenus spumarius.*

### **Medidas de control de enfermedades emergentes**

El control de las enfermedades en cultivos depende en gran medida del uso de productos fitosanitarios dirigidos contra los vectores y de la búsqueda de variedades resistentes a los insectos y a los patógenos que transmiten. Las medidas culturales y biológicas contribuyen a la eficacia de la gestión integrada de dichas enfermedades, al igual que las herramientas de apoyo a la toma de decisiones (ej. modelos matemáticos, sistemas expertos, etc.).

#### **-Enfermedades transmitidas por pulgones y mosca blanca**

Los pulgones y las moscas blancas tienen un potencial reproductivo muy alto, alta capacidad para dispersarse y una relación inestable con la planta huésped a lo largo del tiempo. De esta manera, sus colonias se dispersan a larga distancia mientras las condiciones ambientales son

favorables. El control de las enfermedades provocadas por virus transmitidos por pulgón y mosca blanca se basa en estrategias preventivas que reducen las fuentes del inóculo (eliminación de malas hierbas) y aquellas que previenen o reducen la propagación del mismo mediante el control del vector. El control de pulgones y mosca blanca mediante el uso de insecticidas sigue siendo la estrategia más utilizada, pero su eficacia se limita al control de virus de transmisión persistente. Sin embargo, el control de enfermedades causadas por virus del tipo no persistente mediante insecticidas no suele ser eficaz, por lo que se debe recurrir al control cultural o métodos físicos, incluyendo técnicas de manipulación del hábitat. Algunas de estas técnicas se basan en: a) barreras físicas o fotoselectivas, b) aumento de la diversidad del cultivo con el uso de especies trampa en los márgenes (cultivos barrera) o la mezcla de diferentes hortícolas en el mismo cultivo o c) eliminación de plantas huésped para el vector y el virus. Entre las técnicas que se pueden emplear para reducir la dispersión de virus se encuentran las que interfieren con la visión de los vectores, como el uso de acolchados reflectantes o paja en el suelo que provoca la reflexión de radiación de onda corta (Díaz y Fereres 2007). También el uso de mallas y plásticos fotoselectivos que absorben la luz ultravioleta y que interfieren con la capacidad del insecto para desplazarse y localizar las plantas en cultivos protegidos (Díaz y Fereres 2007). Estas últimas pueden manipular el comportamiento del insecto vector (pulgón, mosca blanca, trips) afectando a su orientación, navegación, búsqueda de la planta huésped y a su alimentación, disminuyendo así la tasa de transmisión de enfermedades. Por último, el uso de control biológico mediante la utilización de parasitoides y depredadores, es una herramienta adicional que debe ser utilizada junto con otras técnicas de control para limitar las poblaciones de vectores. Sin embargo, el control biológico en el manejo de enfermedades emergentes debe ser usado con precaución ya que los pulgones pueden emitir una feromona de alarma cuando son atacados por depredadores y parasitoides, provocando así un comportamiento de escape que puede acelerar la propagación del virus del tipo no persistente dentro del campo (Hooks y Fereres 2006).

-Enfermedad de Huanglongbing o “greening” en cítricos

El principal daño causado por los psílidos se debe a su capacidad para transmitir bacterias patógenas de plantas y fitoplasmas. Las opciones de manejo incluyen estrategias culturales, biológicas, químicas y de resistencia de la planta huésped (Moreno y col. 2021).

HLB es una enfermedad de cítricos conocida desde hace mucho tiempo en Asia y África. Sin embargo, en el continente americano es una enfermedad reciente (**Figura 2a**). La primera detección de síntomas de HLB en América se dio en 2004 en Florida (EE. UU.) y en 2005 en São Paulo (Brasil). En Europa, la detección reciente del vector africano *T. erythrae* en España y Portugal, ha hecho saltar la voz de alarma entre el sector citrícola. Actualmente se están llevando a cabo proyectos de prevención cuyo objetivo principal es mejorar la vigilancia, la contingencia y las estrategias de control.

A día de hoy, el control del vector se considera la mejor estrategia de contención del HLB. Actualmente se recomienda el uso de insecticidas contra los vectores de HLB en cultivos con cítricos jóvenes ya que *D. citri* coloniza los brotes nuevos para alimentarse y ovipositar. Se recomienda la aplicación periódica de insecticidas sistémicos en suelo junto con insecticidas aplicados en la superficie foliar una vez a la semana durante la época de rebrote de los árboles. Sin embargo, la aplicación de insecticidas en el cultivo es necesaria pero no suficiente para el control de HLB. Además, es fundamental extender los métodos de control a un radio de unos 5 km alrededor del cultivo para que sean efectivos. También es imprescindible mantener un sistema de monitoreo periódico mediante el uso de trampas amarillas en los bordes del cultivo y la detección temprana de árboles infectados en los cultivos y en sus alrededores (cultivos abandonados, zonas verdes, patios de viviendas particulares, etc.) (Alquezar y col. 2021). En Brasil, además de lo indicado anteriormente, la adopción de otras prácticas culturales como la siembra de alta densidad, el control del riego y una nutrición adecuada han supuesto una mejora considerable en la producción (Bassanezi y col. 2020). Sin embargo, la ausencia de especies de cítricos altamente resistentes o inmunes al HLB dificulta la generación de variedades comerciales resistentes a través de métodos tradicionales de mejora genética y el desarrollo de estas variedades mediante ingeniería genética es una estrategia costosa y lenta.

El control biológico también puede ser una estrategia complementaria para reducir el número de vectores en los cultivos infectados. El parasitoide *Tamarixia dryi* ha sido identificado recientemente como un agente de control biológico eficaz de *T. erythrae* mientras que *T. radiata* se libera en zonas externas a los cultivos comerciales para reducir la migración de *D. citri*. Sin embargo, estas prácticas no son suficientes para el control del vector y deben ser complementadas con otras estrategias (Moreno y col. 2021) ya que con número bajo de vectores se puede propagar la enfermedad. El uso de barreras físicas en los bordes del cultivo como barreras impermeables a los psílidos o la presencia de árboles de gran envergadura pueden reducir la abundancia de vectores en el cultivo en gran medida. Además, la manipulación del paisaje mediante cultivos trampa tratados con insecticidas que atraen y matan al vector, reduce el número de psílidos asentados en los cítricos llegando a reducir la incidencia de HLB hasta en un 43%. Por último, al igual que en el caso de los pulgones, la utilización de superficies reflectantes y cubiertas de plásticos absorbentes de la luz UV, pueden reducir el movimiento de *D. citri* en ambientes cerrados (Alquezar y col. 2021).

#### -Enfermedades causadas por *Xylella fastidiosa*

Tras la detección de *Xf* en el año 2013 en olivos de la península de Apulia, en el sur de Italia, y su posterior detección en otros países como España, Francia o Portugal (**Figura 2b**), la Comisión Europea ha desarrollado medidas centradas en la contención de la enfermedad en las zonas afectadas y el control de la importación de material vegetal.

Es probable que la introducción de la cepa de *Xf* detectada en Italia se produjera por medio de la importación de plantas ornamentales infectadas. Por ello, una de las primeras medidas aplicadas fue el endurecimiento de las medidas de intercambio de material vegetal en los países pertenecientes a la Unión Europea y el aumento de las restricciones en la importación de material vegetal susceptible desde países terceros (Reglamento (UE) 2020/1201). Además, al no existir un tratamiento directo contra la bacteria, las medidas de control de la enfermedad se basan en el establecimiento de regiones de contención y en el control de las poblaciones del insecto vector. Así, el último Reglamento de la UE (Reglamento (UE) 2020/1201 de 14

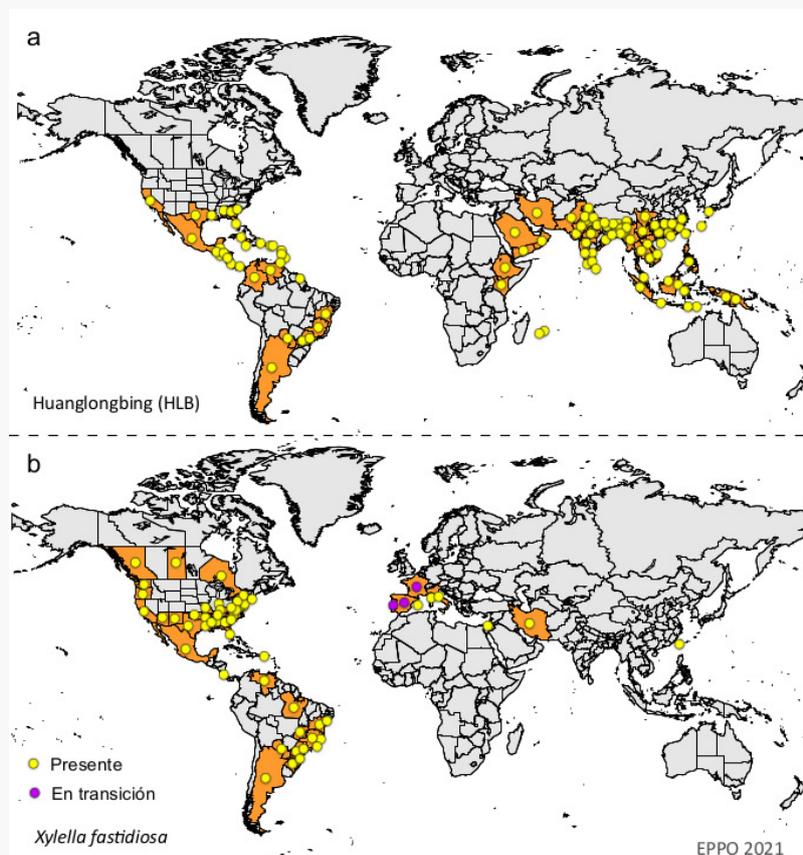
de agosto de 2020 que deroga la Decisión (UE) 2015/789), contempla el establecimiento de una zona tampón de 2.5 km alrededor del área infectada y un radio de erradicación de especies vegetales de 50 m desde la zona donde se haya detectado el positivo y donde sólo se eliminan los vegetales de las especies que hayan resultado positivas para *Xf* en la zona demarcada.

En lo referente al control de las poblaciones de *P. spumarius*, el nuevo reglamento sigue manteniendo como principal método de control el uso de agroquímicos en todas las fases del desarrollo del vector pudiéndose complementar con tratamientos biológicos y mecánicos. Sin embargo, actualmente se están estudiando medidas de control enfocadas en el manejo de las cubiertas vegetales del cultivo ya que las ninfas de *P. spumarius* se alimentan de herbáceas durante todo su desarrollo y los adultos ovipositan en la hojarasca seca del suelo. En este contexto, se ha propuesto la eliminación de las cubiertas vegetales mediante labores superficiales como el manejo más efectivo para el control del vector. Sin embargo, este método puede traer otras consecuencias negativas como la erosión del suelo y la contaminación de las aguas. Morente y col. (2021) se han centrado en la estrategia “push-pull” para el control de las poblaciones de *P. spumarius* mediante el establecimiento de cubiertas vegetales compuestas por plantas trampa-atrayentes y plantas repelentes. Así, se han propuesto como especies trampa *Anthriscus cerefolium*, con un elevado nivel de letalidad y *Sinapis alba* que presenta un alto nivel de infestación y un efecto letal intermedio. Además, *Diploaxis tenuifolia* se presenta como una opción prometedora como especie repelente. De este modo, la disposición estratégica de estas especies en el cultivo puede provocar la muerte natural de una parte de la población y concentrar los supervivientes en ciertas zonas facilitando su eliminación por medios mecánicos. Esta estrategia permite el control de las poblaciones de *P. spumarius* evitando que las ninfas alcancen la fase adulta que es el estado en el que se trasmite la bacteria.

En cuanto al control biológico de los vectores, existe poca información sobre las especies de enemigos naturales de *P. spumarius* en Europa y se desconoce la efectividad de los mismos. Así, se conoce que el díptero *Verrallia aucta* (Pipunculidae) actúa como parásito de los adultos de *P. spumarius*, alcanzando un 17,5% de tasa de parasitación en viñedos del norte

de Italia mientras que el parasitoide *Ooctonus vulgatus* (Mymaridae) ha sido propuesto como un enemigo natural potencial ya que puede llegar a parasitar el 69% de los huevos de *P. spumarius*. Actualmente se está trabajando en el desarrollo de técnicas moleculares para poder identificar depredadores de *P. spumarius* a partir del estudio del contenido gástrico de los mismos.

Por último, el uso de variedades resistentes como es el caso del olivo Leccino es una muy buena opción ya que parece limitar el desarrollo de *Xf*. La diversidad de microbiota de Leccino, en comparación con otras variedades susceptibles como Cellina di Nardò, es más elevada y posee varias especies de bacteria que potencialmente pueden ser antagonistas de *Xf* en los vasos del xilema. Estos resultados plantean la posibilidad de aislar las especies de bacterias beneficiosas para utilizarlas en un futuro en el control biológico de *Xf* en olivo (Vergine y col. 2020).



**Figura 2. Distribución mundial de: a) HLB y b) *Xylella fastidiosa*. Fuente: EPP0 2021.**

## **Conclusiones**

Los insectos vectores representan la mayor vía de transmisión de agentes causantes de enfermedades emergentes en plantas. Concretamente, los pulgones, mosca blanca y trips – transmisores de virosis-, o las psilas y cicadelidos –transmisores de bacteriosis y fitoplasmas- son los grupos más importantes. La globalización y el cambio climático han favorecido que en los últimos años la aparición de enfermedades emergentes haya aumentado considerablemente a nivel global. De este modo, el desarrollo de estrategias y el control integrado de vectores por medio de métodos químicos, físicos y culturales (incluyendo el manejo de su comportamiento) pueden limitar en gran medida la transmisión de enfermedades emergentes. Además, la búsqueda de germoplasma naturalmente resistente al patógeno y la mejora genética por métodos clásicos y biotecnológicos son las opciones más prometedoras para contener la expansión de las enfermedades de plantas.

## **Bibliografía**

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: [redaccion@editorialagricola.com](mailto:redaccion@editorialagricola.com).