



Foto 1. Ninfa de *N. campestris*.

Incidencia de los insectos vectores en el patosistema de *Xylella fastidiosa*

Francisco Beitia

Instituto Valenciano
de Investigaciones
Agrarias (IVIA), Centro
de Protección Vegetal
y Biotecnología,
Unidad de Entomología,
Moncada, Valencia

José Tormos

Universidad de
Salamanca, Facultad
de Biología, Unidad de
Zoología, Salamanca

Se puede considerar que un patosistema múltiple es un sistema ecológico que implica la interacción entre diferentes organismos, en el que hay presente un rango de especies parásitas que pueden infectar a un amplio rango de plantas hospedadoras (Voigt y col., 2013). De acuerdo con esta definición, el patosistema generado por *Xylella fastidiosa* incluye a la bacteria, con todas sus subespecies y grupos genéticos, así como a todas las plantas hospedadoras que son susceptibles de ser infectadas por ella. Como señala el EFSA PLH Panel (2018), “las enfermedades causadas por *X. fastidiosa* suelen ser el resultado de una interacción compleja entre la bacteria, las plantas hospedadoras (incluyendo las plantas reservorio y las alternativas a cultivos), los insectos vectores y las condiciones medioambientales”. Y, en este complejo patosistema, los insectos vectores juegan un papel fundamental en la infección de las plantas por parte de la bacteria y en la epidemiología de las enfermedades que ésta produce en los cultivos.

Potenciales insectos vectores

Efectivamente, *Xylella fastidiosa* (Wells y col.) es una bacteria que se transmite entre diferentes especies de plantas hospedadoras por medio de insectos. Un primer aspecto a tener en cuenta es la identificación de aquellas especies de insectos que pueden actuar como vectores de la bacteria. Puesto que *X. fastidiosa* se localiza en el xilema de las plantas, es lógica la consideración de que los potenciales vectores de esta bacteria sean insectos con un aparato bucal picador-chupador y que se alimenten, por medio de él, de dicho xilema vegetal; aparato bucal que está especializado para penetrar en los tejidos de la planta sin ocasionarle ningún daño, lo que favorece la inoculación de esta bacteria, evitando las barreras naturales de la epidermis vegetal (Morente y Fereres, 2017). Efectivamente, a este respecto, Redak y col. (2004) indicaron que la bacteria se transmite exclusivamente por insectos que se alimentan del xilema vegetal, pertenecientes al orden Hemiptera, suborden Auchenorrhyncha, infraorden Cicadomorpha. Dentro de este infraorden Cicadomorpha existen tres superfamilias taxonómicas: Cercopoidea, Cicadoidea y Membracoidea; en las dos primeras, todas las especies integrantes se alimentan del xilema de las plantas, mientras que en la tercera, sólo se encuentra la subfamilia Cicadellinae (familia Cicadellidae) con especies que muestran este tipo de alimentación. Por lo tanto, todas las especies de insectos reconocidas actualmente como vectores de *X. fastidiosa* pertenecen a uno de estos tres grupos de insectos, que son verdaderos 'especialistas' en alimentarse del xilema vegetal. Debe mencionarse que existen algunos insectos que se alimentan habitualmente del floema de la planta y que, ocasionalmente, pueden hacerlo también del xilema (como pulgones, mosca blancas y otros), pero nunca se ha determinado que sean transmisores de la bacteria (Morente y Fereres, 2017).

Distribución geográfica de los potenciales vectores

La distribución geográfica de estos insectos, potenciales vectores de la bacteria, también es determinante a

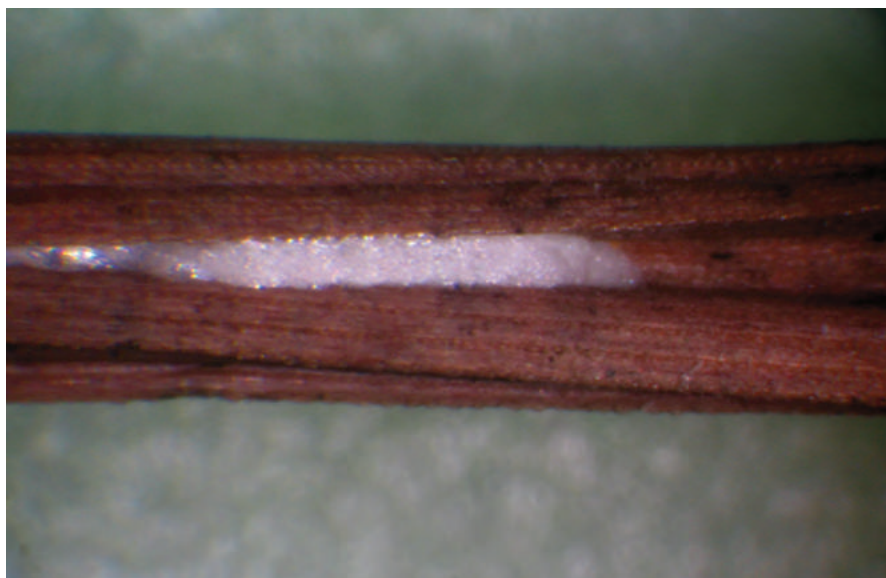


Foto 2. Puesta de *N. campestris* entre acículas de pino.



Foto 3. Adulto de *N. campestris* (vista ventral).

la hora de considerar su incidencia en la epidemiología de las enfermedades que produce en los cultivos. La presencia de *X. fastidiosa* en plantas es conocida desde finales del siglo XIX en América, cuando la bacteria

fue detectada por Newton Pierce en vid (Sicard y col., 2018). Desde entonces, y hasta el momento actual, los insectos vectores implicados en la transmisión de la bacteria en aquel continente han sido principalmente especies de la ya mencionada sub-

familia Cicadellinae, grupo de insectos muy abundante en el continente americano; han sido identificadas al menos 19 especies distintas como transmisoras de la bacteria. Debe destacarse que en América ya se describió, como insecto vector, una especie de la superfamilia Cercopoidea (familia Aphrophoridae), *Philaenus spumarius* (Linnaeus) (Morente y Ferreres, 2017), que actualmente se está evidenciando como clave en la expansión de *X. fastidiosa* en Italia.

Sin embargo, las especies de la subfamilia Cicadellinae en Europa no son tan abundantes como ocurre en América; en general, según Morente y Ferreres (2017), puede decirse que las especies de hemípteros que se alimentan de xilema en Europa son diferentes a las americanas. Pero este aspecto no está muy estudiado puesto que estos insectos nunca se han considerado como plaga de cultivos y no existen datos fiables sobre su abundancia y evolución poblacional. Aún a pesar de la relativa poca información existente sobre los potenciales vectores de *X. fastidiosa* presentes en Europa, desde la detección de la bacteria en el sur de Italia en 2013 (EFSA PLH Panel, 2018), parece que las especies de insectos implicadas en el patosistema de *X. fastidiosa* están relacionadas principalmente con la superfamilia Cercopoidea y, especialmente, con la familia Aphrophoridae. De hecho, las únicas especies que se ha comprobado que son transmisoras de *X. fastidiosa* en Europa, a día de hoy, son *Philaenus spumarius*, *Philaenus italosignus* Drosopoulos & Remane y *Neophilaenus campestris* (Fallen), las tres de la familia Aphrophoridae (Cavallieri y col., 2018; EFSA PLH Panel, 2018). Hasta el momento, todos los trabajos sobre transmisión de *X. fastidiosa* por insectos en Europa se han desarrollado en Italia y todo parece indicar que *P. spumarius* es la especie responsable de la gran y rápida expansión de la bacteria y de la enfermedad (el decaimiento rápido del olivo) que produce sobre olivo en el sur del país.

Por ello, el seguimiento que se realiza en España de los potenciales vectores de *X. fastidiosa* se está centrando en especies de la familia Aphrophoridae, aunque no se abandona la identificación de especies



Foto 4. Detalle del aparato bucal de *N. campestris*.

de otras familias taxonómicas que podrían estar implicadas en la transmisión de la bacteria. En concreto, en las dos zonas infectadas por *X. fastidiosa* en España, Islas Baleares y Alicante (Comunidad Valenciana), se han identificado varias especies de la familia Aphrophoridae como especies predominantes en las diferentes zonas muestreadas; en Baleares, en un informe del Laboratorio de Sanidad Vegetal del Govern de les Illes Balears de 2018, se indica que las tres especies predominantes de potenciales vectores de *X. fastidiosa* son: *P. spumarius*, *Neophilaenus lineatus* (Linnaeus) y *N. campestris*; sin haberse detectado la presencia de la bacteria hasta el momento en ninguno de ellos y con un claro predominio de *P. spumarius*, frente a las otras dos especies. Por su parte, en el seguimiento que se realiza en la provincia de Alicante, en la zona infectada por la bacteria, informes del Servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat Valenciana han determinado la presencia de diversas especies de la superfamilia Cercopoidea, destacando la presencia de *P. spumarius* y *N. campestris*, que son las únicas especies en las que se ha detectado la presencia de la bacteria.

Pero además, otro aspecto importantísimo junto a esa distribución geográfica de los vectores, es su preferencia por las plantas que actúen

como sus hospedadoras a lo largo de su desarrollo. Este factor puede determinar las plantas de las cuales podrán los vectores adquirir la bacteria y a las que podrán transmitirla. Así, en el caso de los insectos de la superfamilia Cercopoidea, que hemos dicho que son considerados actualmente como los principales potenciales vectores de la bacteria en Europa, parece que existe una clara preferencia por su desarrollo y alimentación sobre plantas herbáceas, donde realizarían la puesta y se desarrollarían los estados ninfales de los insectos, mientras que serían los adultos, en verano y con la seca de esas plantas herbáceas, los que podrían pasar a alimentarse sobre diferentes cultivos (como almendro, olivo, ...) y darse en ese momento la transmisión de la bacteria a los mismos (EFSA PLH Panel, 2018). Así, por ejemplo, *P. spumarius* es una especie muy polífaga cuyas puestas y estados ninfales se encuentran en especies vegetales herbáceas dicotiledóneas, principalmente de las familias Asteraceae y Fabaceae, mientras que los adultos pueden alimentarse de estas mismas especies vegetales y también de plantas leñosas (EFSA PLH Panel, 2018). Sin embargo, como dato curioso, Morente y col. (2017) señalan que *P. spumarius* suele aparecer en baja densidad poblacional sobre olivo en nuestro país.

El fenómeno de la transmisión de la bacteria por parte de los vectores

¿Cómo se produce la transmisión de la bacteria? El proceso que facilita la transmisión es simple: la bacteria es adquirida por el insecto al alimentarse de una planta infectada (planta fuente), la bacteria es retenida en el vector y, finalmente, la bacteria es inoculada por este insecto en una planta no infectada, al alimentarse en ella (Janse y Obradovic, 2010; Killiny y Almeida, 2014). Ahora bien, algo notable en esta relación bacteria/vector es el hecho de que *Xylella fastidiosa* es el único patógeno vegetal transmitido por insectos, que se encuentra de forma persistente en el vector pero que no es un patógeno circulativo, es decir, que no circula por el cuerpo del insecto, por su hemolinfa, y se reproduce en él (Backus y Morgan, 2011). En el

caso de *X. fastidiosa*, las partículas de la bacteria quedan retenidas en la parte anterior del aparato bucal del insecto, en concreto en el pre-cibario, formando una “biopelícula” persistente y es aquí donde se reproducen, haciendo que el insecto adulto, una vez adquirida la bacteria, sea capaz de transmitirla durante toda su vida (Hill and Purcell, 1995; Sicard y col., 2018). Por el contrario, cuando es una ninfa del insecto vector la que adquiere la bacteria al alimentarse sobre una planta infectada, pierde su capacidad de infección con la muda al siguiente estado ninfal, al desprenderse en esta muda de esa parte anterior de su aparato bucal, en donde se localiza la bacteria; igualmente no se ha constatado ninguna evidencia de que exista una transmisión transovárica, es decir de la hembra infectada a los huevos del insecto, a su descendencia (Janse y Obradovic, 2010). En relación al fenómeno de la transmisión, debe añadirse además que, así como parece existir una cierta relación de especificidad entre las subespecies de *X. fastidiosa*, y más concretamente los diferentes genotipos de la bacteria, y las plantas hospedadoras de las mismas, no se ha podido determinar esta estrecha relación entre genotipos de la bacteria y los insectos vectores que la transmiten (Rapicavoli y col., 2018; Sicard y col., 2018). Todo esto nos llevaría a considerar la posibilidad de que la transmisión de la bacteria por parte de todos los potenciales insectos vectores es elevada, puesto que casi cualquier especie de insecto de los grupos antes mencionados podría ser capaz de transmitir todos los genotipos de la bacteria. Sin embargo, este aspecto mismo tiene sus limitaciones. Por una parte, la mencionada retención de las partículas bacterianas en el aparato bucal del insecto no es algo sencillo (Rapicavoli y col., 2018); algunos insectos pueden adquirir la bacteria con su alimentación sobre una planta infectada, pero si no se produce su retención, dicho insecto no será infectivo y transmisor. A esto debe unirse otro factor: se ha comprobado que no todos los insectos tienen igual eficacia en la transmisión de la bacteria; las especies de insectos vectores pueden tener muy distinta eficiencia en la transmisión en función de la planta hospedadora



Foto 5. Parcela de cerezos para muestreo de vectores de *X. fastidiosa*, en el término municipal de Viver.

(EFSA PLH Panel, 2018). En ambas situaciones se puede señalar que, aunque pueda detectarse la presencia de la bacteria en el insecto, esto no implica que sea un vector efectivo de la misma. Y ello lleva a la necesidad de desarrollar ensayos precisos para conocer la capacidad de transmisión por parte de un insecto y poder determinar que es un vector de *X. fastidiosa*, incluso de una planta concreta a otra, puesto que la transmisión demostrada a una especie vegetal no asegura que pueda producirse sobre otra especie hospedadora de la bacteria (Cornara y col., 2016; EFSA PLH Panel, 2018).

Consideraciones generales

Con todo lo expuesto, parece evidente la elevada importancia que los insectos vectores tienen en el patosistema de *X. fastidiosa* y, especialmente, en la epidemiología de las enfermedades que produce esta bacteria en las plantas cultivadas. Debemos indicar, como aspecto de especial relevancia, que en el contexto de la expansión del patógeno es importante diferenciar entre la capacidad de un insecto vector en transmitir la bacteria y su papel mismo en la expansión de cada enfermedad producida en las plantas. La eficiencia en la transmisión se ve influida por muchos factores; por citar algunos

de los más significativos: la especie de vector, el genotipo de la bacteria, la planta hospedadora de la bacteria, la preferencia del vector por la planta hospedadora y, por supuesto, la climatología, principalmente la temperatura. Y así, aunque haya numerosas especies de potenciales vectores de *X. fastidiosa*, en cuanto a su capacidad de transmitir la bacteria, son pocas las que pueden tener relevancia real en el patosistema de *X. fastidiosa* en cada zona geográfica concreta. Y, por otra parte, también deben considerarse todos los aspectos relacionados no directamente con el fenómeno de la transmisión, pero sí con la biología y la ecología de los vectores y las plantas hospedadoras.

Nuevas investigaciones en España

En este año 2018 ha comenzado a andar un proyecto del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), dentro del Programa Estatal de I+D+I Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 (Proyecto E-RTA2017-00004-C06) de título ‘Desarrollo de estrategias de erradicación, contención y control de *Xylella fastidiosa* en España’. Este proyecto se compone de seis subproyectos liderados por

otros tantos centros de investigación y universidades españoles (IVIA, CSIC, UdG, INAGEA, IRTA e IFAPA), pero con participación igualmente de UV, UIB, NEIKER, USAL, CITA, y los Servicios de Sanidad Vegetal de Baleares y la Comunidad Valenciana; además, cuenta con asesores internacionales pertenecientes a asesores internacionales al Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italia), la Universidad de Salford (Reino Unido) y la Universidad de Auburn (EEUU). Consta de seis líneas de investigación, una de las cuales está dedicada al estudio de la biología y ecología de vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* y su papel en la epidemiología y el control de la enfermedad. Se pretende abordar todos aquellos aspectos relacionados con los vectores de la bacteria que faciliten el control de las enfermedades que está produciendo en diferentes cultivos en España: i) Biología, ecología, dinámica y fauna

útil asociada de potenciales especies transmisoras de *X. fastidiosa* en diversos cultivos y condiciones, ii) Evaluación del potencial de adquisición y transmisión por especies de insectos. Correlación entre capturas, incidencia, huéspedes y subespecies, y iii) Estrategias de control de vectores y de la transmisión de *X. fastidiosa*.

A este respecto, la Unidad de Entomología del IVIA (participante en el proyecto) está realizando muestreos en diferentes zonas de la Comunidad Valenciana (sin presencia de la bacteria) con cultivos de almendro, cerezo, olivo y vid, para evaluar la presencia de potenciales vectores y su evolución poblacional anual. Hasta el momento, destaca la presencia de las dos especies habituales en otras zonas de nuestro país, *Philaenus spumarius* y *Neophilaenus campestris*. Igualmente, se está tratando de iniciar una cría de laboratorio de *N. campestris* que pueda facilitar su es-

tudio preciso en laboratorio.

Este proyecto se complementa con otro proyecto de investigación y desarrollo, financiado por la Organización Interprofesional del Aceite de Oliva Español, que refuerza las actividades del proyecto E-RTA, específicamente aquellas sobre *X. fastidiosa* en olivo. El proyecto aglutina a los mismos equipos de investigación del proyecto E-RTA.

Y finalmente, reseñar también otro proyecto más que ha empezado este año 2018, de título 'Ecología, comportamiento y control de *Philaenus spumarius*, el vector de *Xylella fastidiosa*: una nueva amenaza para la agricultura española' (AGL 2017); proyecto coordinado por el ICA/CSIC y en el que también participa la UPM, la UdG y la Universidad Politécnica de Bragança (Portugal), y que se centra en el estudio detallado de *P. spumarius* como principal vector de *X. fastidiosa* en Europa actualmente.

Bibliografía

- ! Backus E.A., Morgan D.J.W. 2011. Spatiotemporal colonization of *Xylella fastidiosa* in its vector supports the role of egestion in the inoculation mechanism of foregut-borne plant pathogens. *Phytopathology*, 101, 912-922
- Cavaliere V., Dongiovanni C., Tauro D., Altamura G., Di Carolo M., Fumarola G., Saponari M., Bosco D. 2018. Transmission of the CODIRO strain of *Xylella fastidiosa* by different insect species. En: Proceedings, XI European Congress of Entomology, 2-6 July 2018, Nápoles, Italia.
- Cornara D., Cavaliere V., Dongiovanni C., Altamura G., Palmisano F., Bosco D., Porcelli F., Almeida R.P.P., Saponari M. 2017. Transmission of *Xylella fastidiosa* by naturally infected *Philaenus spumarius* (Hemiptera, Aphrophoridae) to different host plants. *Journal of Applied Entomology*, 141:80-87.
- Damsteegt V.D., Bransky R.H., Phillips P.A., Roy A., 2006. Transmission of *Xylella fastidiosa*, causal agent of citrus variegated chlorosis, by the glasswinged sharpshooter, *Homalodisca coagulata*. *Plant Disease*, 90: 567-570.
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). 2018. Scientific Opinion on the updated pest categorization of *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal* 2018, 16(7): 5357, 61 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5357>
- Hill B.L., Purcell A.H. 1995. Acquisition and retention of *Xylella fastidiosa* by an efficient vector, *Graphocephala atropunctata*. *Phytopathology*, 85: 209-212.
- Janse J.D., Obradovic A., 2010. *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92 (1, Supplement): S1.35-S1.48.
- Killiny N., Almeida R.P.P. 2014. Factors affecting the initial adhesion and retention of the plant pathogen *Xylella fastidiosa* in the foregut of an insect vector. *Applied and Environmental Microbiology*, 80: 420-426.
- Morente M., Fereres A. 2017. Vectores de *Xylella fastidiosa*. En: Enfermedades causadas por la bacteria *Xylella fastidiosa*. Blanca B. Landa, Ester Marco-Noales y María Milagros López (coordinadoras), Ed. Cajamar Caja Rural, España, pp: 73-93.
- Morente M., Moreno A., Fereres A. 2017. Vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* en olivares de la península Ibérica: prospección, riesgos y estrategias preventivas de control (PONTE). *Phytoma España*, 285: 32-37.
- Rapicavoli J., Ingel B., Blanco-Ulate B., Cantu D., Roper C. 2018. *Xylella fastidiosa*: an examination of a re-emerging plant pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 19 (4): 786-800
- Sicard A., Zeilinger A.R., Vanhove M., Schartel T.E., Beal D.J., Daugherty M.P., Almeida R.P.P. 2018. *Xylella fastidiosa*: Insights into an Emerging Plant Pathogen. *Annual Review of Phytopathology*, 56: 181-202.
- Voigt K, Marano AV, Gleason FH. 2013. Ecological and economical importance of parasitic zoosporic true fungi. En: The Mycota. A comprehensive treatise on fungi as experimental systems for basic and applied research, Ed K. Esser, Springer, Berlin, Heidelberg, pp: 243-272.