

Graves amenazas para el cultivo de la vid

Xylella fastidiosa y la enfermedad de Pierce de la vid: ¿una amenaza para la viticultura española?

Blanca B. Landa, Juan A. Navas Cortés y Miguel Montes Borrego (Instituto de Agricultura Sostenible. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Córdoba).

Xylella fastidiosa es una bacteria de cuarentena en la Unión Europea (bacteria incluida en la Lista A1 EPPO desde 1981), ya que se considera una grave amenaza para la UE y los países de la cuenca del Mediterráneo por la gran variedad de plantas huéspedes que infecta, así como por su forma de transmisión a través de insectos vectores de diversa naturaleza, y por la existencia en Europa de condiciones climáticas que favorecerían su desarrollo epidémico. Además, la bacteria posee un enorme potencial patogénico ya que infecta y causa enfermedad severa en diferentes cultivos agrícolas de gran importancia económica, incluyendo el almendro, cítricos, melocotón, olivo y vid, así como una gran variedad de árboles y plantas no cultivadas como arces, adelfas, y diferentes especies silvestres y forestales típicas del bosque mediterráneo como *Quercus*, olmos, jara, y retama, entre otros. Esto hace que a esta bacteria se la considere uno de los organismos fitopatógenos de más riesgo para la Unión Europea.

Características principales de *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa (*X. fastidiosa* en adelante) es una bacteria Gram-negativa, habitante del xilema, de muy lento y complicado crecimiento *in vitro* que se transmite de forma no específica por varias especies de insectos que se alimentan de la sabia del xilema y que se denominan genéricamente como cicadélidos y cercópodos. La bacteria desarrolla su ciclo de vida en dos ambientes totalmente diferentes 'el de la planta' donde puede causar enfermedad o no en función del huésped, y 'el del insecto' donde se multiplica y 'aguarda' a la espera de ser inoculada (transmitida) de nuevo a otra planta. Su nombre genérico *Xylella* hace referencia a su localización en la madera o los tejidos vasculares de la planta (xilema), mientras que el epíteto de especie *fastidiosa* hace referencia a su crecimiento difícil o 'fastidioso' en medio de cultivo en laboratorio.

Xylella fastidiosa tiene una amplia gama de plantas huésped a las que infectar y causar enfermedad

X. fastidiosa es una bacteria con un enorme potencial patogénico sobre un alto número de especies de plantas cultivadas o silvestres, ya que puede infectar y sobrevivir en más de 30 familias botánicas de árboles, arbustos y plantas herbáceas que actúan a veces como simples reservorios de la bacteria sin mostrar síntomas o enfermedad aparente (EFSA, 2016). La bacteria infecta a diferentes cultivos agrícolas de importancia económica, incluyendo el almendro, arándanos, café, cítricos, melocotón, vid, y olivo así como una gran variedad de árboles y plantas no cultivadas como arces, adelfas, diferentes especies de *Quercus* (encina, alcornoque), olmos, plátano de sombra, etc.; y así hasta más de 350 especies (EFSA 2015, 2016). *X. fastidiosa* causa diversas enfermedades de importancia económica, principalmente en cultivos leñosos. Entre ellas destacan la enfermedad de Pierce de la vid, el escaldado o quemazón de la hoja del café, almendro y arándano, la clorosis variegada de los cítricos, y la reciente enfermedad en

olivo denominada decaimiento rápido o súbito (Hopkins y Purcell, 2002; Janse y Obradovick, 2010; Saponari y col., 2014).

Xylella fastidiosa es un complejo de subespecies y grupos genéticos con una gama de plantas huésped diferentes

En la actualidad está aceptada la división de *X. fastidiosa* en seis subespecies en base a su diversidad genética y los diferentes huéspedes que infecta (Janse y Obradovick, 2010). Si bien, tan solo las tres primeras han sido descritas siguiendo la normativa sistemática microbiológica (Schaad y col., 2004): (i) *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* (con huéspedes de importancia tales como arce, vid, almendro, cerezo y alfalfa), (ii) *X. fastidiosa* subsp. *pauca* (con huéspedes de importancia tales como naranjo, café, olivo), (iii) *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* (varios huéspedes incluyendo *Prunus* spp., *Quercus* spp., *Ulmus* spp., olivo, *Rubus* spp. y *Morus* spp.), (iv) *X. fastidiosa* subsp. *sandyi* (adelfa), (v) *X. fastidiosa* subsp. *morus* (*Morus* spp. y *Rubus* spp.) y (vi) *X. fastidiosa* subsp. *tashke* (*Chitalpa tashkentensis*).

Dentro de las subespecies, *X. fastidiosa* presenta cepas que pertenecen a tipos genéticos o en inglés 'Sequence Type' (ST) diferentes. Este hecho es particularmente importante de comprender ya que cada subespecie y ST concreto tiene una determinada gama de especies vegetales a las que pueden infectar y en las que causar enfermedad, causando síntomas en ellas que pueden ser similares o diferentes. Por ejemplo, diversas subespecies y cepas o STs pueden ocasionar síntomas similares en la misma planta huésped como es el caso del olivo (subsp. *multiplex* ST7 y ST16; subsp. *pauca* ST53), algunas variantes como el caso de la subespecie *sandyi* ST5 solo causa enfermedad importante en adelfa, mientras que otras como la subespecie *fastidiosa* ST1 causa enfermedad en alfalfa, vid, almendro y cerezo, entre otras. Por tanto, el desarrollo de enfermedad va a depender de la combinación específica de la cepa concreta de *X. fastidiosa* que se



encuentre en una zona y el genotipo o variedad de la planta huésped determinada a la que puede infectar. Además, se deben dar unas condiciones ambientales adecuadas que permitan la supervivencia de la bacteria, su multiplicación y el desarrollo de enfermedad, y debe existir un vector eficaz para su transmisión. Por lo tanto, las epidemias severas que ocasionan algunas cepas concretas en ciertos cultivos no tienen por qué repetirse en otras zonas geográficas distintas.

En Europa se han producido diversas introducciones de *X. fastidiosa* independientes

Durante los últimos 3 años y hasta el momento, *X. fastidiosa* se ha detectado en cuatro países europeos: Italia, Francia, Alemania y España. La alarma en Europa se desató con el brote epidémico inicial que se detectó por primera vez en olivo en octubre del año 2013 en la región de Apulia en el sur de Italia. En los últimos 5 años, *X. fastidiosa* se había detectado infectando olivo en California (EE. UU.), en las regiones de La Rioja y Córdoba en Argentina, y los estados de Sao Paulo y Minas Gerais en Brasil, causando síntomas menos severos de los que se están produciendo en Italia, en los que *X. fastidiosa* subsp. *pauca* ST53 está produciendo la devastación de olivares (Coletta-Filho y col., 2016; Loconsole y col., 2016). Posteriormente, la bacteria se ha detectado en Francia, en la isla de Córcega, en verano del 2015, donde ya se ha constatado que se encuentra ampliamente distribuida con más de 300 focos identificados hasta el momento, afectando fundamentalmente especies silvestres típicas de nuestra flora mediterránea (con más de 30 especies listadas por el momento), en las que se han detectado las subespecies *multiplex* y *sandyi*. Además, la bacteria también se ha detectado en Francia continental en el sur de la Costa Azul en más de una docena de focos, perteneciendo en este caso a las subespecies *multiplex* y *pauca* (Denance y col., 2017). En Alemania, en abril de 2016 se detectó la subespecie *fastidiosa*, en un centro de jardinería localizado en la región de Pausa (Sajonia), infectando plantas de adelfa, y posteriormente se detectó en romero, y en híbridos de *Streptocarpus* y *Erysimum*. Finalmente, a finales de octubre del 2016 la bacteria ha sido detectada en las Islas Baleares y actualmente se ha determinado la presencia de la bacteria en Mallorca, Menorca e Ibiza con tres subespecies *multiplex*, *pauca* y *sandyi* infectando acebuches, almendros, cerezos, ciruelos, olivos, romeros y poligalas, hasta el momento (B.B. Landa, M.M. López, E. Marco, M. Montes-Borrego, y D. Olmo, no publicado). La diversidad genética de las diferentes detecciones de *X. fastidiosa* realizadas en Europa evidencian que estas introducciones son independientes unas de las otras ya que se trata de subespecies y cepas pertenecientes a STs diferentes.

La enfermedad de Pierce de la vid

En la década de los 80 del siglo XIX, una enfermedad misteriosa destruyó casi 14.000 hectáreas de viñedo en California y numerosas bodegas tuvieron que cerrar. La enfermedad fue descrita con gran detalle en 1887 por Newton B. Pierce, de quien la enfermedad tomó su nombre, por lo que es conocida actualmente como enfermedad de Pierce, aunque no pudo determinar el agente causal (Hopkins y Purcell, 2002). Sin embargo, no fue hasta 1978 cuando la bacteria causante de la enfermedad pudo ser aislada por primera vez y completados los postulados de Koch que permiten asociar de forma inequívoca el agente con la enfermedad. Hubo que esperar hasta 1987, un siglo después de la descripción inicial de la enfermedad, para que su agente causal fuese descrito adecuadamente, clasificado y denominado como *Xylella fastidiosa*. En la actualidad la enfermedad de Pierce sigue siendo una grave amenaza para la viticultura del sur de los EE.UU., espe-



Figura 1. *Homalodisca vitripennis* (Germar) (Hemiptera: Cicadellidae) principal vector de *Xylella fastidiosa* en California, EE. UU. Foto cortesía de R. Krugner.

cialmente en los estados de California, Texas y Florida, donde se ha convertido en las dos últimas décadas en un factor limitante para la producción de uva. Este hecho se ha acentuado sobre todo debido a la introducción en California de *Homalodisca vitripennis* procedente de México (Figura 1), un vector muy eficiente en su transmisión y de difícil control que no era nativo de las zonas productoras de vid Californianas (Purcell, 2013).

Actualmente está descrito que las cepas de *X. fastidiosa* que causan la enfermedad de Pierce pertenecen a *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* (Schaad y col., 2004; Hopkins y Purcell, 2002), y se ha demostrado que los aislados de *X. fastidiosa* asociados a plantas enfermas de cítricos, café o vid en Costa Rica muestran una alta diversidad genética y están genéticamente próximos a los aislados norteamericanos de *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* (Aguilar y col., 2005; Montero-Astúa y col., 2007, 2008). Además, diversos análisis moleculares apoyan la hipótesis de que los aislados de la subsp. *fastidiosa* causantes de la enfermedad de Pierce en EE.UU. derivarían de un ancestro de la misma subespecie introducido desde Costa Rica en California, con plantas infectadas de café.

Los síntomas más típicos de la enfermedad de Pierce consisten en el desecamiento drástico y repentino en verano de grandes porciones de hojas verdes, que se necrosan mientras que los tejidos verdes circundantes se tornan amarillos o rojizos (Figura 2). La necrosis o escaldado suele aparecer en los márgenes de las hojas. Estas hojas con síntomas de quemazón suelen caer a partir de la parte distal de los peciolo y no de la basal, quedando los peciolo adheridos a los sarmientos (Figura 3). La enfermedad de Pierce se puede confundir con otros desórdenes de la vid como toxicidad por salinidad, o deficiencia de boro, cobre o fósforo. En estados más avanzados de la enfermedad se produce un amarilleamiento más generalizado de las hojas que se curvan y posteriormente caen, observándose también maduración prematura de la madera, acortamiento de los entrenudos, o enanismo de la planta completa. También se puede producir deshidratación de los frutos, y en general una menor producción (Figura 3).

Las células bacterianas infectan los vasos del xilema donde se multiplican, formando colonias como *biofilms* que ocluyen el xilema, interrumpiendo el transporte de agua a lo largo de las diferentes partes de la planta. Esta obstrucción en el flujo de agua se ve agravada por depósitos de goma, tálidos o deposición de otros compuestos de origen bacteriano o vegetal (Chatterjee y col., 2008). El desarrollo de síntomas comienza entre 3 o 18 meses después de la primera infección. En



Figura 2. Síntomas de la enfermedad de Pierce de la vid: Hojas de un cultivar de uva tinta mostrando síntomas típicos de la enfermedad de Pierce de la vid. Foto cortesía de 'The University of California, ANR'; fotógrafo Jack K. Clark.



Figura 3. Síntomas de la enfermedad de Pierce de la vid: Maduración irregular de la madera, peciolos defoliados y frutos. Foto cortesía de 'The University of California, ANR'; fotógrafo Jack K. Clark.

general los climas cálidos aceleran el desarrollo de síntomas debido al estrés hídrico en la planta que puede ser severo incluso con humedad del suelo elevada, por lo que los síntomas se manifiestan especialmente en verano (Purcell, 2013).

Estrategias de manejo de la enfermedad Pierce de la vid

La complejidad de la biología y epidemiología de la enfermedad de Pierce indica sin lugar a dudas que las medidas de control de esta enfermedad se deben basar fundamentalmente en acciones de prevención (medidas que eviten la entrada de inóculo de la bacteria -exclusión- o lo eliminen -erradicación- nada más detectarse). Actualmente se reconoce que cuando *X. fastidiosa* se establece epidémicamente en una región no se puede eliminar; sin embargo, existen ciertas medidas de manejo de las enfermedades que causa que pueden permitir la 'convivencia' con ésta. Así, existen varias estrategias de manejo de la enfermedad de Pierce que están siendo utilizadas con éxito en áreas donde la enfermedad se manifiesta de forma severa. Estas estrategias incluyen el uso de variedades con cierto nivel de tolerancia, el control de vectores y los cambios en las prácticas culturales que al ser utilizadas de forma combinada como una estrategia de manejo integrado de la enfermedad han demostrado tener éxito en la prevención de nuevas infecciones y la propagación de *X. fastidiosa* hacia viñedos libres de ella.

El uso de cultivares resistentes no es del todo factible para el control de la enfermedad de Pierce, ya que la mayor parte de los cultivares de vides europeas (*Vitis vinifera*), americanas (*Vitis labrusca*) o híbridas son susceptibles. Sin embargo, recientemente se han encontrado genotipos de *V. rotundifolia*, *Muscadinia rotundifolia*, y *V. girdiana*, entre otros, nativos del sureste de los EE. UU. con resistencia a la enfermedad de Pierce. Por otro lado, existen algunas variedades en California que presentan más tolerancia a la enfermedad como 'Petit Sirah,' 'Chenin blanc,' y 'Sylvaner' (Hopkins y Purcell, 2002), y además se han desarrollado variedades de vid transgénicas con resistencia a la enfermedad; si bien estas últimas no cuentan con la aceptación del consumidor ni en el caso de Europa son aceptadas por nuestra legislación.

Otras medidas de control que se pueden aplicar en zonas donde la enfermedad de Pierce esté establecida, y que pueden contribuir a disminuir el potencial de inóculo, incluyen fundamentalmente el control mediante tratamientos químicos

de insectos vectores y de malas hierbas que actúan como transmisores o reservorios de la bacteria, respectivamente. El control del vector *H. vitripennis* se ha demostrado que es más eficaz en evitar la transmisión cuando va dirigido a la primera generación. Los insecticidas tienen que ser aplicados a la vegetación circundante y no solo al viñedo ya que son reservorios de los vectores de *X. fastidiosa*. Sin embargo, esta medida es de menor eficacia en áreas con una estación de crecimiento larga y climas cálidos como los de Florida, y aunque se usen insecticidas sistémicos estos deben ser aplicados en más de una ocasión (Hopkins y Purcell, 2002).

Pérdidas debidas a la enfermedad Pierce de la vid y riesgo para la viticultura Española

La industria de la uva californiana tiene considerables costes debidos a las pérdidas directas causadas por la enfermedad, así como a los esfuerzos llevados a cabo para mitigar el daño que ocasiona, además de los costes de programas que pretenden contener la enfermedad y desarrollar soluciones a largo plazo. Actualmente se estima que el coste de la enfermedad de Pierce en California es de aproximadamente 104,4 millones de dólares por año, si se suman los costes debidos a las pérdidas de los viñedos, los debidos a las monitorizaciones de la enfermedad por la industria y los gastos por entidades gubernamentales en investigación. Así, 48,3 millones de dólares son invertidos en investigación y proceden del gobierno, viveros, industria y la Universidad de California, mientras que 56,1 millones de dólares es el coste estimado de pérdidas de producción y de reposición de vides a cargo de los viticultores (Tumber y col., 2014).

La importancia histórica, social y cultural del cultivo de la vid, la impresionante belleza y variedad de los paisajes que genera y el amplio patrimonio inmaterial que lleva asociado hacen del viñedo en España un elemento de una enorme importancia patrimonial. En España, si nos ceñimos únicamente a la superficie de viñedo, esta representa más de 940.000 ha. Por lo tanto, la detección en Baleares de *X. fastidiosa* supone un riesgo para la Península si se produjese un 'salto' o su introducción desde las islas. Este riesgo no es único para el olivo o almendro (cultivos en los que hasta el momento se ha detectado afectados en las islas), sino también para la vid ya que una de las subespecies detectadas en las islas es la subsp. *fastidiosa* que como ya se ha indicado es el agente causal

de la enfermedad Pierce de la vid. Aunque recientemente en Baleares se ha prohibido el movimiento de plantas desde las islas a cualquier punto fuera de estas y entre ellas (Orden APM/21/2017, de 20 de enero), habría que vigilar aquellos movimientos que se hayan producido con anterioridad a esta fecha, sobre todo si se ha producido movimiento de plantas de vid desde las islas a la península para ser injertados y viceversa.

España cuenta con un Plan de Contingencia elaborado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente desde 2015, en cumplimiento a las exigencias comunitarias de la Decisión 2015/789, para evitar la entrada y propagación en la UE de esta bacteria. Entre las diversas actuaciones propuestas desde la detección de la bacteria en Mallorca a corto plazo se prevé intensificar las labores de monitorización del territorio de la península, fundamentalmente en las zonas geográficas de mayor riesgo por proximidad a las Islas

Baleares o ser zonas de mayor comercio de pasajeros y mercancías con ellas. En este sentido los gobiernos de las diferentes comunidades autónomas son los responsables de realizar las inspecciones para garantizar que su territorio está libre de *X. fastidiosa*, y están llevando a cabo muestreos y análisis de muestras vegetales de diversa índole para cumplir la normativa de la Decisión 2015/789.

Finalmente, en el ámbito investigador, nuestra institución, el Instituto de Agricultura Sostenible del CSIC participa desde finales de 2015 en diversos proyectos internacionales H2020 sobre este patógeno denominados XF-AC-TORS, POnTE, y EUPHRESCO, que persiguen el desarrollo de una estrategia de control integrado de las enfermedades asociadas con *X. fastidiosa* para prevenir su entrada, establecimiento y expansión y que contribuya a controlar su impacto económico, ambiental y social en caso de producirse nuevos brotes en el territorio de la UE.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E., Villalobos, W., Garita, L., Rivera, C. 2005. Confirmation of the presence of *Xylella fastidiosa* in plants of grapevine in Costa Rica. *Phytopathology* 96, S162.
- Chatterjee, S., Almeida, R.P.P., Lindow, S.E. 2008. Living in two worlds: The plant and insect lifestyles of *Xylella fastidiosa*. *Annual Review of Phytopathology*, 46: 243-271.
- Coletta-Filho, H.D., Francisco, C.S., Lopes, J.R.S., De Oliveira, A.F., Da Silva, L.F.O. 2016. First report of olive leaf scorch in Brazil, associated with *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. *Phytopathologia Mediterranea*. doi http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-17259.
- Denance, N., Legendre, B., Briand, M., Olivier, V., De Boissesson, C., Poliakoff, F., Jacques, M.A. 2017. Several subspecies and sequence types are associated with the emergence of *Xylella fastidiosa* in natural settings in France. *Plant Pathology*, doi: 10.1111/ppa.12695.
- EFSA, 2013. Statement of EFSA on host plants, entry and spread pathways and risk reduction options for *Xylella fastidiosa* Wells et al. European Food Safety Authority. *EFSA Journal* 11(11): 3468. 50 pp.
- EFSA, 2015. Categorisation of plants for planting, excluding seeds, according to the risk of introduction of *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal* 13(3):4061. 31 pp. doi:10.2903/j.efsa.2015.4061
- EFSA, 2016. Scientific report on the update of a database of host plants of *Xylella fastidiosa*: 20 November 2015. *EFSA Journal* 14(2):4378. 40 pp. doi:10.2903/j.efsa.2016.4378
- Hopkins, D.L., Purcell, A.H. 2002. *Xylella fastidiosa*: Cause of Pierce's disease of grapevine and other emergent diseases. *Plant Disease*, 86: 1056-1066.
- 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.
- Loconsole, G., Saponari, M., Boscia, D., D'Attoma, G., Morelli, M., Martelli G.P., Almeida, R.P.P. 2016. Intercepted isolates of *Xylella fastidiosa* in Europe reveal novel genetic diversity. *European Journal of Plant Pathology*, 146: 85-94.
- Montero-Astúa, M., Chacón-Díaz, C., Aguilar, E., Rodríguez, C.M., Garita, L., Villalobos, W., Moreira, L., Hartung, J.S., Rivera, C. 2008. Isolation and molecular characterization of *Xylella fastidiosa* from coffee plants in Costa Rica. *The Journal of Microbiology*, 46: 482-490.
- Montero-Astúa, M., Hartung, J.S., Aguilar, E., Chacón, C., Li, W., Albertazzi, F.J., Rivera, C. 2007. Genetic diversity of *Xylella fastidiosa* strains from Costa Rica, São Paulo, Brazil and the United States. *Phytopathology* 97, 1338-1406.
- Purcell, A.H. 2013. Paradigms: Examples from the Bacterium *Xylella fastidiosa*. *Annual Review of Phytopathology*, 51: 339-356.
- Saponari, M., Loconsole, G., Almeida, R., Coletta-Filho H., Martelli, G.P., Boscia, D. 2014. Isolation, genotyping and preliminary data on the pathogenicity of *Xylella fastidiosa* CoDiRO strain. *Journal of Plant Pathology*, 96, S4.103.
- Schaad, N.W., Postnikova, E., Lacy, G., Fatmi, M., Chang, C.J. 2004. *Xylella fastidiosa* subspecies: *X. fastidiosa* subsp. [correction] *fastidiosa* [correction] subsp. nov, *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* subsp. nov, and *X. fastidiosa* subsp. *pauca* subsp. nov. *Systematic Applied Microbiology*, 27: 290-300.
- Tumber, K.P., Alston, J.M., Fuller, K.B. 2014. Pierce's disease costs California \$104 million per year. *California Agriculture*, 68:20-29.