

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional

Xylella fastidiosa in Costa Rica: Economic impact,
agricultural relevance, and national research overview

Xylella fastidiosa em Costa Rica: Impacto econômico,
relevância agrícola e uma visão geral da investigação nacional

Rachelle Fernández Vargas

Universidad de Costa Rica, Costa Rica
rachelle.fernandezvargas@ucr.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0002-5541-5062>

Luis Navarro Flores

Universidad de Costa Rica, Costa Rica
luis.navarroflores@ucr.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0003-9449-8953>

DOI: <http://doi.org/10.15359/prme.22-43.3>

Fecha de recepción: 04/07/2023 ● Fecha de aceptación: 18/10/2023 ● Fecha de publicación: 14/02/2024

RESUMEN:

Xylella fastidiosa es una bacteria fitopatógena considerada plaga cuarentenaria en cultivos de importancia agrícola. Se asocia a diversas enfermedades en cultivos como: café, cítricos, uva, olivo y especies ornamentales. Esta bacteria tiene repercusiones negativas en el mercado de exportación de Costa Rica, debido a las restricciones fitosanitarias impuestas especialmente sobre la palmera fénix (*Phoenix spp.*). Aunado a lo anterior, su alta capacidad de dispersión, la existencia de va-

ABSTRACT:

Xylella fastidiosa is a phytopathogenic bacterium considered a quarantine pest in crops of agricultural importance. It is associated with various diseases in crops such as: coffee, citrus, grapes, olive and ornamental species. This bacterium has negative repercussions on the export market of Costa Rica, due to phytosanitary restrictions imposed especially on the phoenix palm (*Phoenix spp.*). In addition, its high dispersion capacity, the existence



riantes genéticas y su interacción con otros microorganismos vuelven a *X. fastidiosa* una bacteria de interés para la agricultura. Actualmente, se llevan a cabo distintos esfuerzos de investigación para ampliar el conocimiento sobre *X. fastidiosa* e involucrar a la población general en el tema. El presente artículo describe el impacto económico y social que tiene *X. fastidiosa* en la producción agrícola nacional; la información se recopiló mediante una revisión bibliográfica y se complementó con aportes de profesionales del Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) que actualmente dirigen investigaciones sobre el tema.

Palabras clave: Fitopatógeno, café, enfermedad de Pierce, bacteria, palma

of genetic variants and its interaction with other microorganisms make *X. fastidiosa* a bacterium of interest to agriculture. Currently, different research efforts are being conducted to expand the understanding about *X. fastidiosa* and involve the general population in the subject. This article describes the economic and social impact of *X. fastidiosa* on national agricultural production. Information was collected through a bibliographic review and was complemented by contributions from professionals from the Center for Cell and Molecular Biology Research (CIBCM) who currently lead research on the subject.

Keywords: phytopathogen, coffee, Pierce disease, bacteria, palm

RESUMO:

Xylella fastidiosa é uma bactéria fitopatogênica considerada uma praga quarentenária em cultivos de importância agrícola. Está associada a várias doenças em cultivos como café, citros, uva, oliva e espécies ornamentais. Essa bactéria tem repercussões negativas no mercado de exportação da Costa Rica, devido às restrições fitossanitárias impostas, especialmente à palmeira fênix (*Phoenix spp.*). Além disso, sua alta capacidade de dispersão, a existência de variantes genéticas e sua interação com outros microorganismos tornam *X. fastidiosa* uma bactéria de interesse para a agricultura. Atualmente,

estão em andamento diversos esforços de pesquisa para expandir o conhecimento sobre *X. fastidiosa* e envolver a população em geral no assunto. Este artigo descreve o impacto econômico e social que *X. fastidiosa* tem na produção agrícola nacional; as informações foram coletadas por meio de uma revisão bibliográfica e complementadas com contribuições de profissionais do Centro de Pesquisa em Biologia Celular e Molecular (CIBCM) que atualmente conduzem pesquisas sobre o tema.

Palavras-chave: fitopatogênico, café, doença de Pierce, bactéria, palmeira

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



INTRODUCCIÓN

Xylella fastidiosa es una bacteria patógena Gram negativa, perteneciente a la familia Xanthomonadaceae (gamma-proteobacteria) (Castro *et al.*, 2021; Montero-Astúa *et al.*, 2008; Nunney *et al.*, 2014; Sicard *et al.*, 2018). Esta especie es endémica de América y su descubrimiento se atribuye a Newton Pierce en 1892, quien reportó por primera vez una enfermedad causada por esta especie en California, Estados Unidos (Sicard *et al.*, 2018). La bacteria es responsable de enfermedades como la clorosis variegada de los cítricos (CVC) producida por la *X. fastidiosa* subespecie *pauca* (Esteves *et al.*, 2020), el decaimiento de los olivos, la enfermedad de Pierce y el quemado de hojas en plantas leñosas (Rapicavoli *et al.*, 2018). Su erradicación en el campo es difícil; debido a esto, los principales esfuerzos de la lucha se dirigen hacia la prevención.

Actualmente, se conocen cinco subespecies: *multiplex*, *pauca*, *sandyi*, *tashke* y *morus* (SENASICA, 2022), que pueden causar enfermedades de importancia económica, o actuar como comensales endógenos en muchas plantas (Rapicavoli *et al.*, 2018; Cuntly *et al.*, 2022). Esta bacteria afecta exclusivamente el xilema o tejido leñoso, y sus plantas hospedantes pertenecen a más de 600 especies vegetales (Castro *et al.*, 2021) de importancia ecológica, agrícola y económica (Rapicavoli *et al.*, 2018); así como las partes bucales de sus insectos vectores, entre ellos *Homalodisca vitripennis* y *Graphocephala atropunctata* (Hemiptera: Cicadellidae) (Rapicavoli *et al.*, 2018).

La distribución geográfica de *X. fastidiosa* es preocupante. Se ha encontrado que la incidencia del patógeno se relaciona con la temperatura: brota en zonas tropicales o subtropicales y en áreas continentales (Yoon y Lee, 2023). En el continente americano, se han visto afectados países como Estados Unidos, Costa Rica, Brasil y Argentina (Giampetruzzi *et al.*, 2017). Desde el 2013 se reportaron infecciones causadas por *X. fastidiosa* en Europa, específicamente en olivos (*Olea europaea* L.) del sur de Italia, y posteriormente afectando otros cultivos en Francia, España, Portugal, Serbia y Montenegro, así como en Asia (Castro *et al.*, 2021; Yoon y Lee, 2023). Además del olivo, la alfalfa (*Medicago sativa* L.), melocotón (*Prunus persica* L.), ciruela (*Prunus domestica* L.), almendra (*Prunus dulcis* L.), pera (*Pyrus communis* L.), uva (*Vitis vinifera* L.), especies del género *citrus* y el café (*Coffea arabica* L.) han sido infectados también por la bacteria (Chatterjee *et al.*, 2008).

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
 y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Las zonas rurales en Latinoamérica dependen en gran medida de la producción agrícola, así que la presencia de plagas como *X. fastidiosa* puede generar importantes pérdidas a la economía al reducir el rendimiento de los cultivos, dañar la calidad de los productos y comprometer la seguridad alimentaria de la región (Castro *et al.*, 2021). En Brasil, por ejemplo, la CVC afecta los cultivos de naranja dulce, es considerada una de las enfermedades más importantes que afectan la industria de los cítricos en el país sudamericano y se estima que las pérdidas anuales en caso de brote pueden alcanzar los \$120 millones de dólares. Si bien no todas las especies de plantas llegan a desarrollar síntomas por la bacteria, esto mismo facilita que pase desapercibida y se transmita a otros cultivos, tanto dentro como fuera del continente americano (Rapicavoli *et al.*, 2018).

En Costa Rica, varios cultivos de importancia económica como el café, la vid, el aguacate (*Persea americana* Mill.) y algunos cítricos se han visto afectados por *X. fastidiosa*, lo que ha conllevado el cierre del mercado de exportaciones hacia Europa (POnTE, 2017). Actualmente, las principales líneas de investigación de este patógeno se enfocan en el estudio de su epidemiología, dejando de lado las prácticas de combate para detectar, combatir y prevenir la propagación de la bacteria. En este momento instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) y el Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET) coordinan esfuerzos para difundir la importancia de esta bacteria a nivel nacional, con el fin de evitar cierres de mercados y pérdidas económicas.

PRINCIPALES CULTIVOS AFECTADOS POR *X. FASTIDIOSA* EN COSTA RICA

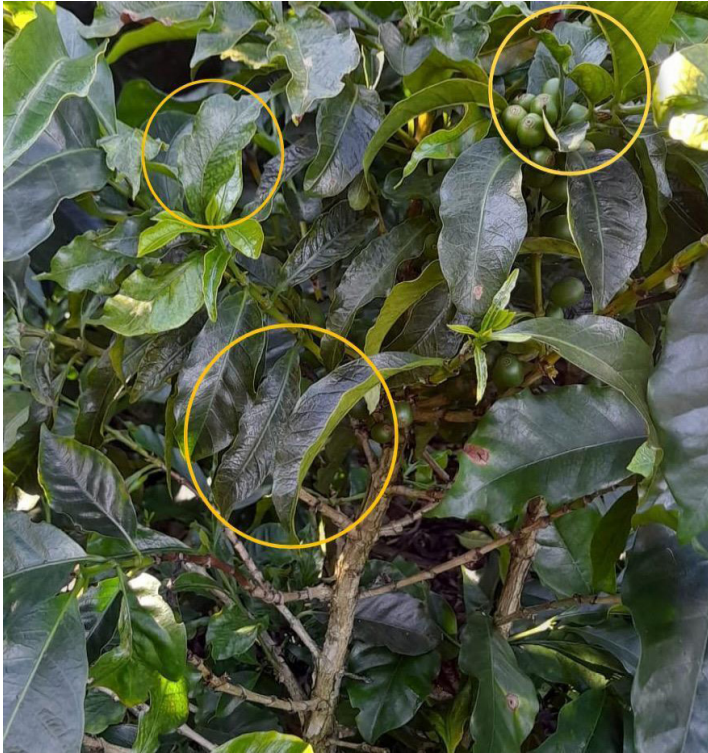
Café (*Coffea arabica*): La crespera del café es una enfermedad asociada a *X. fastidiosa*. Las plantas con crespera presentan pérdida de folíolos, hojas pequeñas con clorosis, enrollamiento de los bordes y un bajo rendimiento (Fournier-Zumbado, 2007) (figura 1). En el año 2007 se publicó el primer reporte de *X. fastidiosa* (subsp. *pauca*) en plantaciones de café del Valle Central que presentaban síntomas leves (Garita *et al.*, 2021). Según reportes recientes, los saltamontes dentro de los géneros *Graphocephala*, *Erythronia*

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



y *Kapateira*, provenientes de una plantación cafetalera de Alajuela, fueron confirmados como agentes transmisores (Garita *et al.*, 2021).

Figura 1. Hojas de cafeto infectado con *X. fastidiosa*



Fuente: Fotografía tomada por Laura Garita en la provincia de San José, 2022.

Naranja (*Citrus sinensis*): En 2005, *X. fastidiosa* fue reportada en muestras de árboles de naranja que se encontraban dentro de plantaciones cafetaleras. Los árboles presentaban clorosis foliar y muerte regresiva, así como frutos duros y pequeños. Estos síntomas eran similares a los causados por la CVC, una destructiva enfermedad inducida por *X. fastidiosa*. Análisis posteriores confirmaron la presencia del patógeno. Los vectores más comunes de la CVC incluyen varias especies de hemípteros, como cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae) y cercopoideos (Hemiptera: Cercopoidea) (Artavia-Pereira y Calvo-Villalobos, 2021).

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Aguacate (*Persea americana*): El primer reporte de *X. fastidiosa* infectando árboles de aguacate en el país data del año 2007. La sintomatología es heterogénea, solo algunas ramas presentan quemaduras y deformación de hojas, mientras otras parecen sanas (Montero-Astúa *et al.*, 2007). Las muestras se recolectaron de árboles en San José y Alajuela. Hasta la fecha el conocimiento sobre la diversidad de cepas y los vectores en plantaciones de aguacate es escaso (Geering y Parkinson, 2019).

Cultivos ornamentales: En Costa Rica, arbustos de adelfa o laurel rosa (*Nerium oleander*) con quemaduras, defoliación y marchitez fueron muestreados en el Valle Central y en ellos se confirmó la presencia de *X. fastidiosa* (Montero-Astúa *et al.*, 2008). El caso de la palmera fénix (*Phoenix roebelenii*) es de particular interés en Costa Rica. Se cultiva en el norte del país, cerca de zonas cafetaleras y con siembra de cítricos (Jeger *et al.*, 2016); y si bien la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) decidió incluirla en la lista de plantas prohibidas para su importación desde ciertos países, aún se debate si realmente *P. roebelenii* está infectada con la bacteria en territorio costarricense (Villegas-Rojas, 2016). En la siguiente sección se profundizará en los impactos que esto ha ocasionado al país.

IMPACTO ECONÓMICO EN COSTA RICA

Uno de los pilares económicos de Costa Rica es la agricultura. La infección grave de *X. fastidiosa* en cafetos reduce drásticamente la producción de frutos e incrementa los costos de renovación en las fincas (Galvis-García, 2006; Vargas-Alvarado, 2020). Durante 2014, en ejemplares de *C. arabica* exportados desde Costa Rica hacia Holanda se diagnosticó la subespecie *pauca*. Tanto las plantas como sus consignaciones fueron destruidas (Bergsma-Vlami, 2015). El muestreo fue parte de las inspecciones anuales que ha implementado la Unión Europea (UE) para evitar el ingreso de *X. fastidiosa* en su territorio, luego del dañino brote ocurrido en árboles de olivo (*Olea europaea*) en Italia, el año 2013 (Rapicavoli *et al.*, 2017).

Se sugiere que la subespecie *pauca* fue introducida a Italia desde Centroamérica, posiblemente desde Costa Rica, debido a la similitud genética entre aislamientos de café ornamental del país centroamericano y aislamientos de los olivos infectados de Italia (Nunney *et al.*, 2014; Sicard *et al.*, 2018). La evidencia molecular indica que la cepa pudo haber llegado

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



incluso mucho antes, en 2008; luego habría ido adaptándose y estableciéndose progresivamente para colonizar plantaciones de olivo en su nuevo ambiente (Nunney *et al.*, 2014).

Como consecuencia de las restricciones que tomó la UE, el gobierno de Costa Rica declaró emergencia fitosanitaria nacional en agosto de 2015 mediante el decreto N° 39058-MAG (Villegas-Rojas, 2016). Esto implicó una alta inversión de dinero y esfuerzos en análisis de diagnóstico en el extranjero, identificación de vectores, tratamientos y capacitaciones, junto con el cierre de mercados a los que se exportaban más de 100 especies de plantas ornamentales; cabe destacar que las actividades económicas de este sector proveen alrededor de 600 empleos directos (SFE, 2015; Villegas-Rojas, 2016). El cultivo más afectado fue la palmera fénix: pese a ser la principal planta ornamental comercializada desde Costa Rica a la UE, en 2015 se restringió su venta; así que en 2016 el país envió un informe con petición para la reapertura del mercado europeo. Este mismo fue rechazado por falta de información contundente que confirmara el estado de no hospedante de la bacteria (Jeger *et al.*, 2016). Solo para 2017 más de 1000 personas, entre ellas palmicultores, habían perdido sus empleos o inversiones (POnTE, 2017).

Hasta febrero de 2022 la UE reanudó la exportación de plantas ornamentales afectadas por la medida fitosanitaria en Costa Rica. La empresa Innovaplant, ubicada en Sarchí Norte de Alajuela, fue declarada sitio libre de *X. fastidiosa* gracias a sus efectivas medidas de bioseguridad y su nivel tecnológico (SFE, 2022). Para que este escenario fuera posible se llevó a cabo una rigurosa serie de buenas prácticas agrícolas que incluyeron la agricultura de precisión, el uso de herramientas tecnológicas como la georreferenciación, la aplicación de cercas digitales, la caracterización de vectores, tratamientos y capacitación del personal (SFE, 2015).

Se espera que en el futuro otras empresas cumplan con los requisitos de la normativa europea, para así reanudar el comercio de plantas ornamentales, especialmente en fincas de zonas rurales donde el combate de este patógeno se dificulta debido a la inversión económica que se requiere para implementar un programa de manejo integrado.

¿Por qué *X. fastidiosa* es un fitopatógeno de especial interés en la agricultura?

Implicaciones económicas: El impacto de la subespecie *pauca* en los olivos de Italia causó, y sigue causando, enormes pérdidas financieras y

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



dramáticos cambios en el ecosistema. Millones de árboles de olivo fueron completamente destruidos (Morelli *et al.*, 2021). En España, por ejemplo, ha infectado varias especies forestales y causado la destrucción de más de 100 000 árboles de almendros (*Prunus dulcis*) (Morelli *et al.*, 2021). Su expansión geográfica ha llegado incluso hasta cultivos de Taiwán e Irán (Sicard *et al.*, 2018). De ahí que *X. fastidiosa* sea considerada una de las bacterias vegetales más peligrosas del mundo (Comisión Europea, 2020).

Capacidad de dispersión: El reciente resurgimiento del patógeno en Europa expone su gran capacidad de diseminación, invasión y adaptación en nuevas regiones mediante la actividad humana (Rapicavoli *et al.*, 2017). Esto también se ha facilitado porque *X. fastidiosa* es capaz de generar brotes leves o asintomáticos en sus hospedantes, que actúan como reservorios de la bacteria. Se ha reportado que plantas con síntomas severos tienen una carga bacteriana mucho mayor que las plantas sin síntomas; no obstante, el desarrollo de una sintomatología es mucho más complejo, pues depende también de la fisiología de la planta, su estado de desarrollo, la subespecie de *X. fastidiosa* y las condiciones climáticas (Landa *et al.*, 2022). Todos estos aspectos son líneas activas de investigación.

Variantes genéticas: *Xylella fastidiosa* también tiene una alta tasa de recombinación genética con otras cepas de su especie. Puede formar variantes novedosas con una amplia gama de hospederos y nuevos genes capaces de aportar rasgos críticos, como virulencia o resistencia (Giampetruzzi *et al.*, 2017; Rapicavoli *et al.*, 2017). Un mejor entendimiento de los patrones de recombinación y los genes involucrados podría arrojar información relevante sobre su adaptación en distintas plantas y el surgimiento de nuevos brotes en regiones donde el patógeno fue introducido mucho tiempo atrás (Rapicavoli *et al.*, 2017).

Desarrollo de cultivos resistentes: Cómo interactúa el microbioma de las plantas infectadas con *X. fastidiosa* está siendo estudiado, y es clave para comprender la resistencia de algunas cepas, así como la vulnerabilidad de ciertos cultivos. Actualmente se comercializan cinco variedades de uva resistentes a la enfermedad de Pierce: los microorganismos endófitos de estas uvas son capaces de secretar sustancias naturales que inhiben la invasión de *X. fastidiosa* (Landa *et al.*, 2022). Este tipo de investigaciones permite una agricultura más sustentable y amigable con el medio, pues hasta el momento no existe una cura para la bacteria. En brotes severos se procede a quemar

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
 y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



los cultivos, podar las ramas afectadas o controlar su propagación con insecticidas, razones por la que una detección temprana de la infección es primordial (Rapicavoli *et al.*, 2017).

Interacciones ecológicas: Las condiciones cálidas aumentan la supervivencia de los vectores y precipitan la aparición de síntomas (Daugherty *et al.*, 2017; Sicard *et al.*, 2018). Las predicciones sobre el aumento de temperatura y precipitaciones en diferentes zonas del planeta podrían generar cambios en la predisposición ecológica de áreas donde la bacteria no ha llegado, o precipitar su dispersión en regiones donde es endémica (Rapicavoli *et al.*, 2017). Los estudios sobre el impacto del cambio climático en *X. fastidiosa* son escasos; se requieren para desarrollar sistemas predictivos robustos en caso de futuras epidemias.

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN COSTA RICA

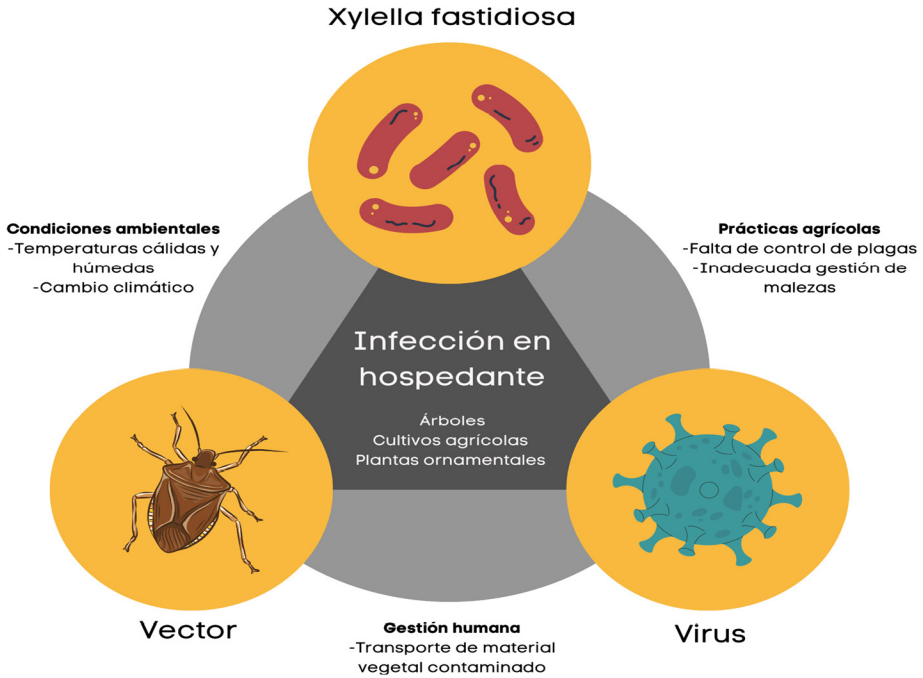
Una gran parte de los proyectos de investigación que se están desarrollando en el país es llevada a cabo por la Universidad de Costa Rica (UCR) en colaboración con otras instituciones. Por ejemplo, el Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) de la UCR, en conjunto con el MAG, ha aumentado esfuerzos para estudiar la ecología de esta bacteria. En este sentido, los investigadores Laura Garita y Mauricio Montero Astúa se han enfocado en estudiar la interacción de *X. fastidiosa* con otros organismos tales como vectores, virus y otras bacterias (figura 2).

En el CIBCM se ha realizado investigación con *X. fastidiosa* en varios proyectos, por ejemplo: Estudio de la Diversidad Genética de la Fitobacteria *Xylella fastidiosa* Presente en Diferentes Especies de Plantas en Costa Rica: Un Paso Hacia su Origen Geográfico (B 2516); *Xylella fastidiosa* en *Nerium oleander* y *Macadamia* spp., Caracterización de Aislamientos de Costa Rica (B 5123) –que permitió el primer reporte de esta bacteria en adelfas del país mediante técnicas moleculares–; Aislamiento de *Xylella fastidiosa* de Hospederas Alternas en Plantaciones de Café y Vid Afectadas por esta Bacteria (B 0502) –donde se logró comprobar utilizando cultivo *in vitro* y técnicas moleculares la presencia de *X. fastidiosa* en uva y cafetos del país (figura 3)–; Desenmascarando a Transmisores del Fitopatógeno *Xylella fastidiosa* en Café (*Coffea* sp.) en Costa Rica –proyecto realizado con el objetivo de identificar especies pertenecientes a las familias Cicadellidae y Cercopidae que juegan

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Figura 2. Tríada de interacción patógeno-vector-virus



Nota: Se muestran los hospedantes susceptibles a la infección con *X. fastidiosa*, así como algunas condiciones favorables para su desarrollo.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

un papel en la transmisión del fitopatógeno *X. fastidiosa* en plantaciones de café de Costa Rica– (Gatgens, 2021). Además, el MAG, en conjunto con el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), cuenta con un proyecto que se basa en analizar molecularmente muestras de plantas que presentan los síntomas para confirmar o refutar la infección por *X. fastidiosa*; esto con el fin de extender el mapeo de aquellas plantaciones en las cuales se da la presencia de esta bacteria. Actualmente cuentan con más de 10 fincas debidamente identificadas y muestreadas a lo largo de todo el territorio costarricense, para estudiar la ecología en torno a *X. fastidiosa*.

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Figura 3. Plantas de café usadas en investigaciones sobre vectores de *X. fastidiosa* en el CIBCM



Fuente: Fotografía tomada por Luis Navarro, 2023.

Además del MAG, la Facultad de Microbiología (FMic) de la UCR también trabaja en colaboración con el CIBCM. El aporte de esta facultad es liderado por Carlos Chacón y su equipo de trabajo, y la colaboración entre el CIBCM y la FMic se ha establecido principalmente con el fin de estudiar toda la información genética y molecular de la bacteria y sus subespecies. Por su parte, la Escuela de Biología (EB) de la UCR también ha extendido su apoyo mediante estudiantes de posgrado, principalmente para estudiar y analizar a los insectos que transmiten las enfermedades y su taxonomía.

Además, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y el Instituto del Café de Costa Rica (Icafe) participaron en una investigación para identificar microorganismos endógenos en cicadélidos y endófitos asociados a la crespeta del café en el Valle Central costarricense, con el objetivo de determinar su relación con la sintomatología de la crespeta. Este análisis, llevado a cabo en 2008, presentó nuevos datos acerca de los procedimientos de aislamiento, medios de cultivo y métodos moleculares que posibilitan la detección de endófitos y patógenos en plantas. Estos descubrimientos podrían utilizarse en investigaciones posteriores para establecer barreras de entrada y control biológico contra *X. fastidiosa* (Chacón, 2008).

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Adicionalmente, el CIBCM y el CIET de la UCR trabajan en colaboración con la UE y las autoridades de países como Italia, para informarles acerca de la ecología de la bacteria, las enfermedades y sus respectivos síntomas en los cultivos tropicales (figura 4). Este proyecto lleva por nombre “BeXyl: Beyond *Xylella*” y reúne a personas científicas e interesadas en desarrollar nuevas estrategias que mitiguen el impacto de los brotes de *X. fastidiosa* en la UE. Su línea de estudio abarca variedades de plantas resistentes, nuevos sistemas de detección y vigilancia del patógeno, tratamientos con microbioma vegetal y factores impulsores de epidemias causadas por esta bacteria, considerando el cambio climático (BeXyl Project, 2023). Uno de los proyectos de investigación en BeXyl es la resistencia a insecticidas del vector de *X. fastidiosa*, el *H. vitripennis*, a través de dos enfoques: en primer lugar, la secuenciación del ARN de especímenes resistentes y susceptibles al insecticida capturados en la naturaleza, con el fin de entender su transcriptoma; en segundo lugar, la caracterización del microbioma y micobioma de este vector para explorar correlaciones con su nivel de resistencia a los insecticidas. También se estudian los mecanismos genéticos que llevan a la resistencia a *X. fastidiosa*, así como la exploración de compuestos innovadores y formulaciones que reduzcan la propagación de esta bacteria dentro de las plantas (BeXyl Project, 2023). Esta colaboración es de relevancia porque *X. fastidiosa*, al ser una bacteria endémica de América, es aún menos estudiada y, por ende, más devastadora en Europa. A nivel internacional también es importante la colaboración entre el CIBCM y la Universidad de Berkeley, California, mediante el investigador Rodrigo Almeida y sus estudiantes, para estudiar aspectos ecológicos de esta bacteria en diversos hábitats a lo largo del continente americano. Los resultados de estas investigaciones aún se encuentran en vías de desarrollo, pero permitirán proponer y probar soluciones prácticas a los brotes de *X. fastidiosa* en el mundo.

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
 y una visión general de la investigación nacional
 Rachele Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



Figura 4. Invernadero del CIBCM



Nota: El CIBCM estudia en sus invernaderos las enfermedades y síntomas que causa *X. fastidiosa* en cultivos tropicales.

Fuente: Fotografía tomada por Luis Navarro, 2023.

PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA

El CIBCM, en conjunto con la FMic, planea extender la invitación para cualquier costarricense a formar parte de una investigación sobre *X. fastidiosa*. En síntesis, este proyecto tiene como propósito obtener datos que permitan establecer las zonas geográficas del territorio costarricense donde se encuentra presente la bacteria. La recolección de muestras se realizará publicando información divulgativa en la que se muestre una breve introducción a la bacteria, así como fotografías de los síntomas en las plantas centinelas, y las indicaciones para la preparación de las muestras. De este modo, cualquier persona que vea dicha información y considere tener a su cuidado alguna planta que presente esos síntomas (entre las que se incluyen mango, café, uva, aguacate, níspero, durazno, naranja y guayaba) será capaz de enviar una muestra al CIBCM, para estudiar toda la información genética y detectar la presencia de *X. fastidiosa* en organismos o sitios no reportados anteriormente. Aquellas muestras que den positivo a la presencia de esta bacteria se irán

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



agregando a una base de datos en tiempo real que despliegue la información en un mapa digital de Costa Rica, con el fin de analizar si es una bacteria que se encuentra en todo el territorio costarricense o solamente en zonas alejadas por razones biológicas y ecológicas. Este es un proyecto que se encuentra en su etapa inicial, así que obtener resultados amplios e informativos depende en gran medida de cuánto la población lo divulgue y colabore.

CONCLUSIONES

El país no cuenta con suficiente información acerca de las repercusiones económicas y epidemiológicas del contagio con *X. fastidiosa*. Se desconoce qué tan amplia es su distribución geográfica en Costa Rica, la variedad de subespecies y vectores que circulan en el territorio y su verdadero impacto en la producción agrícola. Esta situación se agrava con el hecho de que el estudio de esta bacteria es relativamente reciente, y la población costarricense no está muy enterada de las enfermedades que causa. En zonas rurales se complican aún más los esfuerzos de diagnóstico y tratamiento de la bacteria, por lo que es necesaria una colaboración entre el Gobierno y organismos públicos para disponer de recursos económicos que permitan apoyar a las regiones vulnerables y así evitar restricciones en el comercio. Afortunadamente, instituciones como el CIBCM y el MAG están dirigiendo investigaciones en torno al papel de *X. fastidiosa*, algunas de las cuales involucran a la población general. Un mayor conocimiento del patógeno permitirá desarrollar soluciones sustentables con el medio ambiente, reducir las pérdidas económicas, así como fortalecer la preparación y respuesta a posibles brotes en el país y el mundo.

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



REFERENCIAS

- Aguilar, E., Moreira, L. y Rivera, C. (2008). Confirmation of *Xylella fastidiosa* infecting grapes *Vitis vinifera* in Costa Rica. *Tropical Plant Pathology*, 33(6), 444-448. <https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76701/v33n6a07%20XF%20vitis%20CR%20TPP2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Artavia-Pereira, C. y Calvo-Villalobos, F. (2021). Gestión de la continuidad del servicio ante emergencias y desastres en salud: enfoque para la reactivación productiva. *Revista Internacional de Administración*, 10, 116-135. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2854/2593>
- Bergsma-Vlami, M., van de Bilt, J. L. J., Tjou-Tam-Sim, N., Van-de Vossenberg, B. y Westenberg, M. (2015). *Xylella fastidiosa* in *Coffea arabica* ornamental plants imported from Costa Rica and Honduras in the Netherlands. *Journal of Plant Pathology*, 97(2), 391-403. https://www.researchgate.net/publication/283133084_Xylella_fastidiosa_in_Coffea_arabica_ornamental_plants_imported_from_Costa_Rica_and_Honduras_in_the_Netherlands
- BeXyl Project (2023). The BeXyl Project. <https://bexylproject.org/about-bexyl-project/>
- Castro, C., DiSalvo, B., y Roper, M. C. (2021). *Xylella fastidiosa*: A reemerging plant pathogen that threatens crops globally. *PLOS Pathogens*, 17(9), e1009813. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009813>
- Chacón, R. (2008). *Identificación de microorganismos endógenos en cicadélidos y endófitos asociados a la crespeta del café en el Valle Central Occidental de Costa Rica* [tesis de bachillerato en Ingeniería en Biotecnología]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/563/TFG%20Randall%20Chacon%20C%20Biblioteca%20JFF%20TEC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chatterjee, S., Almeida, R. P. P. y Lindow, S. (2008). Living in two worlds: the plant and insect lifestyles of *Xylella fastidiosa*. *Annual Review of Phytopathology*, 46(1), 243-271. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.45.062806.094342>
- Comisión Europea (2020). *What is Xylella fastidiosa?* Unión Europea. https://food.ec.europa.eu/plants/plant-health-and-biosecurity/legislation/control-measures/xylella-fastidiosa-es_en
- Cunty, A., Legendre, B., De Jerphanion, P., Dousset, C., Forveille, A., Paillard, S. y Olivier, V. (2022). Update of the *Xylella fastidiosa* outbreak in France: two new variants detected and a new region affected. *European Journal of Plant Pathology*, 163(2), 505-510. <https://doi.org/10.1007/s10658-022-02492-z>

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



- Daugherty, M. P., Zeilinger, A. R. y Almeida, R. P. P. (2017). Conflicting effects of climate and vector behavior on the spread of a plant pathogen. *Phytobiomes Journal*, 1(1), 46-53. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PBIOMES-01-17-0004-R>
- Esteves, M. B., Kleina, H. T., De Melo Sales, T. y Lopes, J. R. S. (2020). Selection of host plants for vector transmission assays of citrus variegated chlorosis strains of *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. *European Journal of Plant Pathology*, 158(4), 975-985. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02134-2>
- Fournier-Zumbado, S. (2007). *Dinámica de la sintomatología de crespeta del café y su relación con la presencia de la bacteria Xylella fastidiosa (Wells et al.)* [tesis de bachillerato en Ingeniería en Biotecnología]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/450/fournier_zumbado_sebastian.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galvis-García, C. A. (2006). La crespeta del café. Programa de Investigación Científica. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/900/1/avt0347.pdf>
- Garita, L., Villalobos-Muller, W., Zúñiga-Pereira, A. M., Álvarez-Mora, J. P., Godoy, C., Montero-Astúa, M., Chacón-Díaz, C. y Weintraub, P. (2021). Confirmation of coffee related *Xylella fastidiosa* vectors (Cicadellidae) in Costa Rica. *Zenodo*. <https://zenodo.org/records/4680357>
- Gatgens, L. D. (09 de agosto de 2021). *Proyectos - Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular*. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular. <https://cibcm.ucr.ac.cr/proyectos/>
- Geering, A. y Parkinson, L. (2019). *Xylella fastidiosa*, a high priority biosecurity threat for the Australian avocado industry. *Talking Avocados*, 30(1), 1. <https://static1.squarespace.com/static/57a92741d1758eb27ea55171/t/5ce4f8ee36ac2f000150a4c3/1558509809510/TAautumn2019.pdf>
- Giampetruzzi, A., Saponari, M., Loconsole, G., Boscia, D., Savino, V. N., Almeida, R. P. P., Zicca, S., Landa, B. B., Chacón-Díaz, C. y Saldarelli, P. (2017). Genome-wide analysis provides evidence on the genetic relatedness of the emergent *Xylella fastidiosa* genotype in Italy to isolates from Central America. *Phytopathology*, 107(7), 816-827. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PHYTO-12-16-0420-R>
- Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Chatzivassiliou, E., Dehnen-Schmutz, K., Gilioli, G., Grégoire, J. C., Jacques-Miret, J. A., MacLeod, A., Navajas-Navarro, M., Niere, B., Parnell, S., Potting, R., Rafoss, T., Rossi, V., Urek, G., Van-Bruggen, A., Van Der Werf, W., West, J., Winter, S., Tramontini, S., Andueza, M. y Candresse, T. (2016). Susceptibility of *Phoenix roebelenii* to *Xylella fastidiosa*. *European Food Safety Authority Journal*, 14(10), 1-11. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2016.4600>

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



- Jiménez, L. G. y Morales-Bance, F. (1985). Distribución del mal de Pierce de la vid en Costa Rica determinada mediante la técnica Elisa. *Agronomía Costarricense*, 9(1), 79-83. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v09n01_079.pdf
- Landa, B. B., Saponari, M., Feitosa-Junior, O. R., Giampetruzzi, A., Vieira, F. J., Mor, E. y Robatzek, S. (2022). *Xylella fastidiosa's* relationships: the bacterium, the host plants, and the plant microbiome. *New Phytologist*, 234(5), 1598-1605. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/nph.18089>
- Montero-Astúa, M., Chacón-Díaz, C., Aguilar, E., Rodríguez, C. E. A., Garita, L., Villalobos, W., Moreira, L., Hartung, J. y Rivera, C. A. M. (2008). Isolation and molecular characterization of *Xylella fastidiosa* from coffee plants in Costa Rica. *Journal of Microbiology*, 46(5), 482-490. <https://doi.org/10.1007/s12275-008-0072-8>
- Montero-Astúa, M., Saborío, R., Chacón-Díaz, C., Garita, L., Villalobos, W., Moreira, L., Hartung, J. S. y Rivera, C. (2007). First report of *Xylella fastidiosa* in avocado in Costa Rica. *Plant Disease*, 92(1), 1. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-1-0175C>
- Montero-Astúa, M., Saborío, R., Chacón-Díaz, C., Villalobos, W., Rodríguez, C. M., Moreira, L. y Rivera, C. (2007). First report of *Xylella fastidiosa* in *Nerium oleander* in Costa Rica. *Plant Disease*, 92(8), 1. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-8-1249A>
- Morelli, M., García-Madero, J. M., Jos, A., Saldarelli, P., Dongiovanni, C., Kovacova, M., Saponari, M., Baños-Arjona, A., Hackl, E., Webb, S. y Compant, S. (2021). *Xylella fastidiosa* in olive: a review of control attempts and current management. *Microorganisms*, 19(8), 1771. https://www.researchgate.net/publication/354036254_Xylella_fastidiosa_in_Olive_A_Review_of_Control_Attempts_and_Current_Management
- Nunney, L., Ortiz, B., Russell, S., Sánchez, R., y Stouthamer, R. (2014). The complex biogeography of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*: genetic evidence of introductions and subspecific introgression in Central America. *PLOS ONE*, 9(11), e112463. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76266/journal.pone.0112463%20BO%20RRS%20XF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pest Organisms Threatening Europe [POnTE]. (2017). The University of Costa Rica organizes a workshop on the *Xylella fastidiosa* host status of *P. roebelenii* palm. *POnTE Project*. <https://www.ponteproject.eu/conferences/university-costa-rica-organises-workshop-xylella-fastidiosa-host-status-p-roebelenii-palm/>
- Rapicavoli, J., Brian, I., Blanco-Ulate, B., Cantu, D. y Roper, C. (2018). *Xylella fastidiosa*: an examination of a re-emerging plant pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 19(4), <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/mpp.12585>

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola
y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores



- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad [SENASICA] (2022). *Xylella fastidiosa* subsp. *fastidiosa* Wells et al., 1987. <https://www.gob.mx/senasica>
- Servicio Fitosanitario del Estado [SFE]. (2015, 03 de agosto). Gobierno decreta emergencia fitosanitaria por *Xylella fastidiosa* [comunicado de prensa]. <https://www.sfe.go.cr/Prensa2015/16%20Gobierno%20decreta%20emergencia%20fitosanitaria%20por%20Xylella%20fastidiosa.pdf>
- Servicio Fitosanitario del Estado [SFE]. (2022, 22 de febrero). *UE autoriza reanudación de exportaciones de plantas ornamentales afectadas por medida fitosanitaria* [comunicado de prensa]. https://www.sfe.go.cr/Prensa_2022/03%20UE%20autoriza%20reanudaci%C3%B3n%20de%20exportaciones%20de%20plantas%20ornamentales.pdf
- Sicard, A., Zeilinger, A. R., Vanhove, M., Schartel, T. E., Beal, D. J., Daugherty, M. P. y Almeida, R. P. (2018). *Xylella fastidiosa*: insights into an emerging plant pathogen. *Annual Review of Phytopathology*, 56(1), 181-202. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-phyto-080417-045849>
- Vargas-Cartagena, L., Sánchez, E., Vargas, M., Solórzano, A., Hernández, F., Iwasawa, H. y Freer, E. (2002). Presencia de bacterias en el xilema de cafetos (Rubiaceae: *Coffea arabica*) afectados por la enfermedad conocida como “crespera”. *Revista de Biología Tropical*, 50(1), 45-48. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/16151/15604>
- Villegas-Rojas, M. (2016). *Informe de vigilancia tecnológica sobre Xylella fastidiosa*. Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. <https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/29516/Informe%20Xf%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Voigt, K., Marano, A. V. y Gleason, F. H. (2013). Ecological and economical importance of parasitic zoosporic true fungi. En: F. Kempken (ed.), *The Mycota* (vol. 11). Springer.
- Yoon, S. y Lee, W. (2023). Spatial analysis of climatic and dispersion characteristics of *Xylella fastidiosa* outbreak by insect vectors. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 26(1), 102011. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2022.102011>

Xylella fastidiosa en Costa Rica: Impacto económico, relevancia agrícola y una visión general de la investigación nacional
Rachelle Fernández Vargas y Luis Navarro Flores

